



الثقافة العلمية

١٢

# التلوث الإلكتروني التلوث الخفي

د. كمال شرقاوي غزالي

36  
G





# التلوث الإلكتروني التلوث الخفى

د. كمال شرقاوى غزالى

وزارة الثقافة



تختلف الثقافة العلمية عن تلقى العلوم في قاعات  
الدرس التقليدية فهي سعى فردي للمعرفة العلمية

### • هيئة التحرير •

رئيس التحرير  
رجب سعد السيد  
مدير التحرير  
سارة عبد الوهاب

الآراء الواردة في هذا الكتاب لا تعبر بالضرورة عن توجه الهيئة  
بل تعبر عن رأى وتوجه المؤلف في المقام الأول.

• حقوق النشر والطباعة محفوظة للهيئة العامة لقصور الثقافة.  
• يحظر إعادة النشر أو النسخ أو الاقتباس بأية صورة إلا بإذن  
كتابى من الهيئة العامة لقصور الثقافة. أو بالإشارة إلى المصدر.

## سلسلة الثقافة العلمية

تصدرها  
الهيئة العامة لقصور الثقافة

رئيس مجلس الإدارة  
سعد عبد الرحمن  
أمين عام النشر  
محمد أبوالمجد  
مدير عام النشر  
ابتهاال العسلى  
الإشراف الفنى  
د. خالد سرور

• التلوث الإلكتروني التلوث الخفى  
• د. كمال شرقاوى غزالى  
الهيئة العامة لقصور الثقافة  
القاهرة 2013م  
13,5 x 19,5 سم  
• تصميم الغلاف:

فكرى يونس

• تدقيق لغوى:

ممدوح المتولى

• رقم الإيداع: ٢٠١٣/١٧٦٢١

• الترقيم الدولي: 978-977-718-506-6

• المراسلات:

باسم / مدير التحرير

على العنوان التالي: ١٦ شارع أمين

سامى - قصر العيني

القاهرة - رقم بريدى 11561

ت: 27947891 (داخلى، 180)

• الطباعة والتنفيذ:

شركة الأمل للطباعة والنشر

ت: 23904096

التلوث الإلكتروني  
التلوث الخفي



مقدمة

---





إننا نبدو كما لو كنا نعيش فى غابة شاسعة من الإلكترونات، تحوم فوقنا وتتسلل من تحتنا وتمرق حولنا وخلفنا وأمامنا وتتطاير بجوارنا فى الجو المحيط بنا، بل وفى كل مكان نحل به . ونصطدم بها وتصطدم بنا دون أن نشعر أو نحس بأثر لذلك .

فى صمت تنبثق تلك الإلكترونات على هيئة سيل غير مرئى من أسلاك عديدة للكهرباء تمتد فى الحوائط والجدران التى تحيط بنا ونجلس بينها ونستند إليها وننام بجوارها وتحتها وفوقها، ومن الأجهزة الكهربائية والإلكترونية التى نستخدمها فى بيوتنا لقضاء مصالحنا كالثلاجة والديب فريزر وغسالة الملابس وغسالة الأطباق والسخان والمروحة والمكيف وفرن الميكروويف والخلاط والكبة والعجان ومضرب البيض والتوستر وفرن الطهى الكهربائى وغلاية الشاى الكهربائية وماكينه الخلاقة الكهربائية ومجفف الشعر والتليفون الثابت (الأرضى) والتليفون المحمول وأجهزة تحديد المواقع والجرس الكهربائى والبطانية الكهربائية والكومبيوتر والمذياع والتلفزيون والألعاب الإلكترونية

للأطفال والكبار، ومن أجهزة أخرى ذات أغراض طبية وصحية،  
نشخص بها أمراضنا أو نعالج بها كأجهزة معامل التحاليل الطبية  
وأجهزة الأشعة السينية وأشعة الليزر والمسح الذرى، أو نتمتع بها  
أو نتريض بها كالأجهزة الرياضية الكهربائية، ومن الأجهزة التى نمر  
بها فى الطريق حيث شبكات الكهرباء ذات الضغط العالى ومحولات  
الطاقة الكهربائية وأبراج الاتصالات الخلوية واللاسلكية والرادارات  
وماكينات اللحام وأفران الصهر وأحواض الطلاء، والسيارات بكافة  
أنواعها ومن أجهزة البث الإذاعى والتليفزيونى ومحطات إعادة البث  
سواء على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن  
الفضاء وملايين الأقمار الصناعية فوق رؤوسنا والتى لا تكف لحظة عن  
الدوران حول الأرض، ومن موجات تنهال علينا دون أن ندري وتغمرنا  
بالإلكترونات من كل صوب كأشعة الميكروويف وأشعة جاما والأشعة  
الكونية والشوارد الحرة.

وقد صارت كل تلك الأجهزة والآلات والأدوات ضرورة حضارية  
لحياة البشر لا يمكن الاستغناء أو التنازل عنها، فاكثرت الحياة بالملايين  
منها، وتمخض من جرائمها ما لا حصر له من الإلكترونات.

وبكثافة بالغة تدهمنا الإلكترونات من كل تلك الأشياء رغما عنا  
حتى تملأ حياتنا كأنها قدرنا الذى لا فكاك منه. وفى النهاية تصنع لنا  
آفة جديدة أو نوعا جديدا من التلوث يشكل خطرا صامتا مستترا وغير  
مرئى وغير محسوس لا يُذاق ولا يُشم ولا يحس، لكنه بالغ الضراوة،  
اسمه التلوث الإلكتروني Electronic Pollution ، ذلك الذى  
يمكن تعريفه ببساطة واختصار على إنه كل ما يمكن أن يتمخض عن

الإلكترونات أو الإشعاعات الصادرة عن الأجهزة الإلكترونية من أضرار وأخطار، بدءاً من أصغر جهاز كهربائي في البيت وانتهاءً بالفضاء اللانهائي الذي يكتظ بحشود لامتناهية من الأقمار الصناعية حيث ترتع فيه موجات كهرومغناطيسية لا حصر لها.

وحين تقتحم هذه الإلكترونات أجسامنا تتفاعل معها، فتصطدم بما فيها أو تتحالف مع ما فيها. لا يحول دون دخولها حائل ولا يمنعها مانع ولا يصدها شيء. ذلك بالإضافة إلى أن الدوائر الإلكترونية الخاصة بالأجهزة الكهربائية تتداخل أيضاً مع عمل المخ ووظائف الخلايا العصبية فيه بما لا يمكن تحديده وتشخيصه في الوقت الحالي. وهذا هو سر خطورتها.

وتزداد الخطورة أكثر حين تكون الشحنات زائدة مما يؤدي إلى توليد نبضات كهربائية في الجسم تهدد بحدوث أضرار وأخطار عديدة ظاهرة أخطرها السرطان وأهونها القلق والأرق والصداع والتوتر وعدم الاتزان واضطراب السلوك والارتباك والارتباب والخوف والشعور بالاضطهاد والاكتئاب والعصبية والتشنج والشعور بالتعب والارهاق وفقر الدم وإصابة شبكية العين وقتامة العدسة وضعف المناعة. وثمة دراسات عديدة تؤكد وجود صلة حميمة بين الإجهاض والتعرض للمجالات الكهرومغناطيسية الناجمة عن أجهزة الكمبيوتر الثابتة والمحمولة. أما الأضرار والأخطار غير الظاهرة لتلك الشحنات والنبضات الكهربائية فتتمثل في إصابة الإنسان بما صار الطب يعجز الآن عن تشخيصه من أمراض غريبة وصداع مزمن وبما صار العلم يعجز عن تفسيره في إصابة المناخ بالاضطراب والارتباك، مما يخل بالناموس الطبيعي للحياة وما فيها من تصميم حكيم وتوازن دقيق.





(١)

## ما التلوث ؟

يعرف التلوث Pollution على أنه أى تغير نوعى أو كمى فى مكونات البيئة الحية وغير الحية، على أن يكون هذا التغير خارج مجال التذبذبات الطبيعية لأى من هذه المكونات بحيث يؤدى إلى الإخلال بالاتزان الطبيعى مما يسبب تأثيرا مباشرا أو غير مباشر على النظام البيئى. وبأسلوب أبسط يعرف التلوث على أنه أى تغير كيميائى أو فيزيائى أو بيولوجى يؤدى إلى تأثير ضار على الهواء أو الماء أو التربة أو صحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى.

وتنتقل المواد الملوثة من مصادرها لتنتشر فى الهواء أو الماء أو التربة. ثم تتحول أو تتحلل إلى صورها الأولى المكونة لها، أو قد تتحد بمكونات أخرى فى نظام معقد ومتشابك يولد أخطارا غريبة لا حد لأضرارها. وتصبح احتمالات الخطر فلكية فى أعدادها. كما يدخل تحلل الملوثات أو اتحادها مع بعضها البعض فى تباديل وتوافيق لا حدود لها. ولا يقتصر ضرر هذه المواد على الإنسان فحسب، بل أيضا على النبات والحيوان اللذين يعدان مصدر غذاء الإنسان.

ومن الثابت أن التلوث فى البيئة لا ينجم عن المادة الملوثة فحسب، بل تشاركها عوامل أخرى عديدة ومركبة تتفاعل معها وفيما بينها. ولا أحد يعرف بالضبط جرعة كل عنصر التى تلوث فئة بعينها من البشر تختلف عن فئة أخرى فى العمر وظروف الحياة. كما أن لا أحد يعرف نتائج تفاعل كثير من العناصر المختلفة. لذا ستبقى أضرارها فترة طويلة غير محددة تحديدا تاما. وتؤرق الناس فى كل مكان أضرار تلك الملوثات لأن لا مجتمع يخلو من وجود السيارات أو المصانع أو لا يستهلك مواطنوه الوقود أو لا يستعملون المعادن والكيماويات والمبيدات.

ونستطيع أن نقول أن الهواء أصبح ملوثا عندما يحدث تغير فى نسب الغازات المكونة له أو عندما تصل إليه بعض المواد الكيميائية ويزيد تركيزها عن النسب القانونية المسموح بها. وتؤدى هذه التغيرات إلى تأثيرات ضارة مباشرة أو غير مباشرة للكائنات الحية الموجودة فى النظام البيئى. وفى عام ١٩٦٧م قام المجلس الأوروبى بتعريف تلوث الهواء على النحو التالى: "يتلوث الهواء عندما تتواجد فيه مادة غريبة أو عندما يحدث تغير ملحوظ فى النسب المكونة له. وقد يؤدى ذلك إلى نتائج ضارة". ومن المعروف أن الهواء النظيف الجاف عند سطح البحر يحتوى على ٩٠,٧٨٪ من غاز النيتروجين و ٩٤,٢٠٪ من غاز الأكسجين. وتشتمل النسبة الباقية من الهواء النظيف الجاف (٩٧,٠٪) على كميات ضئيلة من ثانى أكسيد الكربون والهيليوم والأرجون والكريبتون والزينون بالإضافة إلى كميات بالغة الضالة من

غازات أخرى عضوية وغير عضوية كالميثان وثاني أكسيد النيتروجين والأوزون وثاني أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون. وهذه كلها تختلف تراكيزها في الهواء باختلاف الزمان والمكان.

وقد يسود تلوث الهواء ويصبح عالميا عندما يزيد تركيزات غازات معينة كثنائي أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين أو ينقص تركيز غازات أخرى كالأوزون أو عندما تنتشر الملوثات على مساحات كبيرة. وتصل إلى مناطق بعيدة عن مصادرها كما حدث بالنسبة للإشعاعات الذرية في كارثة تشيرنوبل التي وقعت بالاتحاد السوفيتي السابق. كما قد يرتبط تلوث الهواء بأماكن محددة كالمدن الكبرى. لذا فمن المفروض عند إنشاء المدن مراعاة عوامل المناخ كالحرارة والرياح التي لها تأثيراتها المؤكدة على توزيع التلوث في الهواء. والهواء نفسه كأحد العوامل الجوية يلعب في ذلك دورا من أهم الأدوار وأخطرها. إذ يستطيع أن يوزع الملوثات في منطقة محددة، كما قد يستطيع أن ينقلها ويوزعها بعيدا عن نقطة انطلاقها. ومن ناحية أخرى يكون تقلب درجة الحرارة في المناطق القريبة من المصانع في منتهى الأهمية بالنسبة لتلوث الهواء. إذ يمنع الهواء الساخن الموجود في الطبقات العليا الهواء البارد القريب من الأرض أن يرتفع إلى أعلى. كما يمنع الملوثات أن تنتشر. وليس بخاف أن الرطوبة تتدخل في تحويل بعض الملوثات إلى صور أخرى من التلوث، فثنائي أكسيد الكبريت يتحول إلى حامض الكبريتيك، وفي وجود أشعة الشمس يتكون الضباب الدخاني Smog من هذه المواد ومواد أخرى. لذا فالدراسة بمثل هذه العوامل ومعرفة تأثيراتها أمر ضروري للغاية.

ويمثل الماء عاملا هاما كوسط يذوب فيه كثير من المواد الصلبة والسوائل والغازات. وتتحول هذه المواد إلى صور أخرى إما كيميائية أو فيزيقية. وكلها لها أثرها الفعال على الكائنات الحية والإنسان، وذلك لأن المياه من المكونات الأساسية لأجسام هذه المخلوقات.

وفي هذه الأيام تلوثت الأنهار والبحار والبحيرات. وتلوثت معها الشواطئ أيضا. فأصبحت مياهها غير صالحة لحياة الكثير من الأنواع الحيوانية والنباتية. وصار الإنسان يعاني من تلوث مياه هذه المسطحات المائية عن طريق استهلاكه للنبات والحيوانات المائية التي تراكمت الملوثة في أنسجتها. ويعزى تلوث المسطحات المائية إلى قذف المخلفات البشرية ومخلفات الصناعة والمبيدات الكيميائية. وعلى سبيل المثال أصبح نهر النيل صندوق قمامة كبير لكثير من الملوثة. كما صار يوصف نهر الراين الذي يخترق ألمانيا إلى هولندا بأنه أكثر أنهار الدنيا تلوثا. وتحول بحر البلطيق إلى بحر ميت لدرجة أن الأسماك القليلة التي بقيت فيه صار تناولها يسبب أمراضا لا حصر لها. كما تلوث البحر المتوسط أيضا بكثير من المخلفات الصناعية والمواد البترولية ومياه المجارى.

ويعتبر الماء ملوثا إذا كان غير مناسب للاستعمالات المقصودة منه؛ المنزلية أو الصناعية أو الزراعية أو لتكاثر الأسماك. ولقد أصدرت هيئة الصحة العالمية في عام ١٩٦١م التعريف التالي لتلوث المياه العذبة، "يعتبر المجرى المائي ملوثا عندما يتغير تركيب عناصره أو تتغير حالته بطريق مباشر أو غير مباشر بسبب نشاط الإنسان، بحيث



تصبح هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها أو لبعضها". ويتضمن هذا التعريف أيضا ما يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية التي قد تجعل المياه غير صالحة للشرب أو غير صالحة للاستهلاك المنزلى أو فى الصناعة والزراعة بسبب التغيرات الحرارية الناتجة عن المياه الساخنة التى تلقى فى مجارى المياه. فارتفاع حرارة المياه يؤدى إلى سرعة نفاد الأكسجين الذائب فيها. وهذا يؤدى بدوره إلى اختناق عدد كبير من الأحياء المائية ونشاط البكتريا اللاهوائية التى تفسد المياه.

وقد عرف مؤتمر منظمة التغذية والزراعة الدولية المنعقد فى روما خلال شهر ديسمبر ١٩٧٠م التلوث البحرى بأنه ما ينتج عن "إدخال الإنسان فى البيئة البحرية لمواد يمكن أن تسبب نتائج مؤذية كالإضرار بالثروات البيولوجية والخطر على الصحة الإنسانية وعرقلة الأنشطة البحرية بما فيها صيد الأسماك وإفساد مزايا مياه البحر". أما فى فرنسا فقد اقترحت المجموعة الوزارية المبنوطة بدراسة مشكلات التلوث فى البحر التعريف التالى: "التلوث البحرى هو تغير فى التوازن الطبيعى للبحر الذى قد يؤدى إلى تعريض صحة الإنسان للخطر والإضرار بالثروات البيولوجية وبالنباتات والحيوانات البحرية والحد من المتع البحرية أو قد يؤدى إلى إعاقة كل الاستخدامات المشروعة الأخرى للبحر". ويقر هذان التعريفان أن الإنسان هو مصدر الفساد البحرى، وهو السبب الرئيسى فى تلويث مياه البحر، وأنه الضحية الأولى لتلويث البيئة البحرية.

ونتيجة لتحول الأنهار والبحار والبحيرات فى العالم إلى مستودعات تلقى فيها مياه المخلفات البشرية والصناعية فقد لوثت مياهها بالطفيليات والكائنات الدقيقة والبكتريا والفيروسات، فضلا عن التلوث بالكيمياويات والمخلفات الأخرى. وتلعب مياه الأمطار المتساقطة دورا فى تلويث البيئة المائية حيث تتساقط معها على التربة غازات المصانع ووسائل النقل والغبار والغيوم العالقة فى الهواء. ومنها تتسرب إلى المياه الجوفية أو تنجرف إلى الأنهار والبحيرات فتزيد من تلوثها.

لذا تعود خطورة مثل هذه المياه إلى أنها أصبحت حاليا المستودع الأخير للمخلفات عموما، حيث تصل إليها وبطرق مختلفة كميات هائلة من البترول ومياه الفضلات البشرية ومخلفات المصانع والمواد الكيميائية كالمبيدات والمعادن والعديد من الغازات السائلة مثل ثانى أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون.

ولم تعد مشكلة تلوث المياه تشكل خطرا على الإنسان والأحياء المائية فحسب؛ لكنها صارت تشكل أيضا مشكلة بالغة الخطورة بالنسبة للمصانع التى تجد نفسها مجبرة على استعمال المياه الملوثة. واستعمال المياه الملوثة يتعارض بالطبع مع كفاءة الآلات فيها. وهكذا تتجرع الحضارة من نفس الكأس الذى قدمته للحياة.

كما أصبح تلوث الماء بالإضافة إلى تلوث كل من الهواء والتربة يهدد الحياة بكل ما فيها من نبات وحيوان وبشر. والكون الذى نعيش فيه يخضع لدورة حيوية تتسم بالانسجام التام بين مكوناته ويعرف بالدقة والتوازن فى صفاته، فى حين أن التلوث يحدث خلل فى هذا

الانسجام والتوازن. ويؤدي هذا الخلل في أحيان كثيرة إلى تهدم أركان النظام البيئي. إذ أن اختفاء أى نوع من الكائنات الحية يؤثر على توازن البيئة والحياة. ومن المعروف أن توازن النظام البيئي واستقراره يتوقفان على مدى تعقده وتشابكه. فكلما ازداد تعقد وتشابك النظام البيئي كلما ازداد ثباتاً واستقراراً، أى أن تعقد وتشابك النظام البيئي هما أهم عامل في سلامة البيئة. لذا فإن أى عمل يقوم به الإنسان من تلويث للماء والهواء والتربة يؤدي إلى تخريب النظام البيئي بأكمله.

إن حدوث التلوث في بيئة ما يسبب اختلالات عديدة بداخلها. وهذه الاختلالات قد تكون خفيفة وقادرة على إصلاح وضعها بصورة طبيعية، أو يكون خطرهما أشد فتهدد تلك البيئة بالخراب. ومن هذه الاختلالات التي يحدثها التلوث في البيئة:

- حجب الضوء عن البيئة المائية، مما يمنع تبادل الغازات فيها مع الجو. فيتمخض عن ذلك تعطيل البناء الضوئي للعوالق (البلانكتونات) النباتية وانخفاض معدل الأكسجين المذاب.
- هلاك كثير من الكائنات الحية المكونة للسلسلة الغذائية.
- تراكم الملوثات في أنسجة الكائنات الحية وانتقالها في السلسلة الغذائية من مستوى إلى آخر حتى تصل إلى الإنسان في النهاية.
- تغير تركيب البيئة، بما فيها من مواد عضوية غذائية مما ينجم عنه اختفاء بعض الأنواع وتكاثر بعض الأنواع الأخرى واختلال العديد من الوظائف الحيوية الهامة كالتكاثر وغيره.

## أنواع التلوث

يقسم التلوث على عدة أوجه، لكن كل التقسيمات تنتهى عند هذا التقسيم:

### التلوث الكيميائى Chemical Pollution

وهو ما ينجم عن وجود المواد الكيميائية فى البيئة مثل ثانى أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات والأوزون والمعادن كالرصاص والزنبق والكاديوم والنحاس والنيكل والمبيدات والأسمدة والبتروول والجسيمات الدقيقة المنبعثة من المصانع.

### التلوث البيولوجى Biological Pollution

وهو ما ينجم عن وجود كائنات حية دقيقة مسببة للأمراض مثل الفيروسات والبكتريا والأوليات والطحالب والفطريات والأطوار الدقيقة (كالبيضات واليرقانات) لطفيليات كالبلهاريسيا والدودة الكبدية وديدان القناة الهضمية والحشرات فى البيئة المائية العذبة أو المالحة السطحية أو الجوفية. وتأتى مثل هذه الملوثات البيولوجية من اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالمياه العذبة أو المالحة أو مياه الصرف الصحى أو الزراعى.

### التلوث السمعى Noise or Sound Pollution

وهو ما ينجم عن وجود الضوضاء التى تنتج عن وسائل النقل كالسيارات والموتوسيكلات والطائرات وآلات الحفر والخلاطات المستخدمة فى أعمال البناء وأجهزة المنازل كالراديو والتليفزيون



والتكييف والمكنسة الكهربائية وغسالة الأطباق وغسالة الملابس  
وخلط المطبخ.

### التلوث الحرارى Thermal Pollution

وهو تناقص جودة المياه بسبب تغير درجة الحرارة المحيطة. ويعزى ذلك لاستخدام المياه للتبريد فى المصانع ومحطات توليد الطاقة التى تستخدم الماء فى تبريد المعدات أو تسخينها لإنتاج البخار، ثم التخلص من المياه الساخنة فى مصادر المياه الطبيعية. ويعوق ذلك نمو وتكاثر الكثير من الأسماك والكائنات البحرية التى تكيفت للحياة فى درجة حرارة معينة. وقد تموت تلك الكائنات بسبب الارتفاع المفاجئ والسريع فى درجة الحرارة الناتج عن صب مخلفات المياه الحارة، فيما يعرف ذلك بالصدمة الحرارية.

### التلوث الإلكتروني Electronic Pollution

وهو كل ما يمكن أن يتمخض عن الإلكترونات من أضرار وأخطار. وتنشأ هذه الإلكترونات من الموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة عن أجهزة البث الإذاعى والتليفزيونى ومحطات إعادة البث سواء على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء والرادارات وشبكات الكهرباء ذات الضغط العالى ومحولات الطاقة الكهربائية وأبراج الاتصالات الخلوية واللاسلكية وماكينات اللحام وأفران الصهر وأحواض الطلاء والأجهزة المستخدمة للأغراض الطبية كأجهزة معامل التحاليل الطبية وأجهزة الأشعة السينية وأجهزة المسح الذرى والأجهزة الكهربائية المنزلية كالثلاجة والديب فريزر

وغسالة الملابس وغسالة الأطباق والسخان والمروحة والمكيف وفرن الميكروويف والخلاط والكبة والعجان ومضرب البيض والتوستر وفرن الطهي الكهربائي وغلاية الشاي الكهربائية والبطانية الكهربائية وماكينه الخلاقة الكهربائية ومجفف الشعر والتليفون الثابت والتليفون المحمول ومحطات أو أبراج تقوية التليفون المحمول والكومبيوتر الثابت والكومبيوتر المحمول وأجهزة تحديد المواقع والجرس الكهربائي والمذياع والتليفزيون والألعاب الإلكترونية للأطفال والكبار. كما تعد موجات الميكروويف وأشعة الليزر وأشعة جاما والأشعة السينية والأشعة الكونية والشوارد الحرة من مصادر التلوث الإلكتروني أيضا.

#### التلوث الإشعاعي Radioactive Pollution

وهو وجود نشاط إشعاعي في بيئة معينة، فوق الحد المسموح به بما يشكل ضررا على الإنسان والكائنات الحية. وهو لا يقل خطورة عن التلوث الكيميائي بل قد يفوقه من حيث سرعة انتشاره ومن حيث حجم ونوعية الأخطار الناجمة عنه. هذا ويميل كثير من الباحثين في الوقت الراهن إلى ضم التلوث الإلكتروني والتلوث الإشعاعي معا.

#### أنواع الملوثات

تعرف الملوثات Pollutants بأنها أية مواد غازية أو سائلة أو صلبة وأية ميكروبات أو جزيئات دقيقة تؤدي لزيادة أو نقصان في المجال الطبيعي لأي من المكونات البيئية الحية وغير الحية. وتقسم الملوثات حسب طبيعة تأثيرها إلى:

### ملوثات كيميائية Chemical Pollutants

وتشمل المواد الكيميائية مثل ثانى أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات والأوزون والمعادن كالرصاص والزنابق والكاديوم والنحاس والنيكل والمبيدات والأسمدة والبتروول والجسيمات الدقيقة المنبعثة من المصانع.

### ملوثات فيزيائية Physical Pollutants

وتشمل الضوضاء والمجالات الكهرومغناطيسية التى تنشأ عن الموجات اللاسلكية المنبعثة من شبكات الضغط العالى الناقلة للطاقة الكهربائية وأجهزة الإرسال أو البث الإذاعى والتليفزيونى ومحطات إعادة البث سواء على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء وأجهزة الرادار والكمبيوتر وماكينات اللحام وأفران الصهر وأحواض الطلاء والأجهزة المستخدمة للأغراض الطبية كأجهزة معامل التحاليل الطبية والمسح الذرى والأجهزة الكهربائية المنزلية كالمذياع والتليفزيون والتكييف والثلاجة والديب فريزر وغسالة الملابس وغسالة الأطباق والسخان والمكيف والمروحة ومجفف الشعر وماكينة الخلاقة الكهربائية وغلاية الشاى الكهربائية والخلاط والكبة والعجان ومضرب البيض والتوستر وفرن الطهى الكهربائى وفرن الميكروويف والبطانية الكهربائية والتليفون الثابت والتليفون المحمول ومحطات أو أبراج تقوية التليفون المحمول وأجهزة تحديد المواقع والأشعة الكونية وأشعة جاما وأشعة الليزر والأشعة السينية أو أشعة إكس أو أشعة رونتجن والأشعة النووية أو الذرية.

## ملوثات بيولوجية Biological Pollutants

وتشمل الفيروسات والفطريات والطحالب والبكتيريا والأوليات التي تنتشر في الهواء والماء والتربة وتسبب أمراضا للإنسان والحيوان والنبات.

هذا وتقسم الملوثات على وجه العموم حسب قابليتها للتحلل البيولوجي إلى:

### ملوثات قابلة للتحلل البيولوجي

#### Biodegradable Pollutants

وهي الملوثات التي ليس لها القدرة على البقاء في البيئة، وتشمل كل المواد الكيميائية (عدا البلاستيك) التي يمكن تحليلها كيميائيا إلى عناصرها الأولى.

### ملوثات غير قابلة للتحلل البيولوجي

#### Pollutants Nonbiodegradable

وهي الملوثات التي لها القدرة على الثبات داخل البيئة ولا تتحلل كيميائيا، وتشمل البلاستيك ومنتجاته.



(٢)

## التلوث الإلكتروني

التلوث الإلكتروني Electronic Pollution هو كل ما يمكن أن يتمخض عن الإلكترونيات من أضرار وأخطار. وتنحصر مصادره

أ- المجالات الكهرومغناطيسية التي تنبعث عن:

- ١- شبكات الضغط العالي التي تقوم بنقل الطاقة الكهربائية بما تتضمن من محطات قوى وتقوية ومحولات ومحركات ومولدات القدرات العالية الموجودة في المصانع
- ٢- أجهزة الإرسال أو البث الإذاعي والتليفزيوني ومحطات إعادة البث سواء على الأرض أو في الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء

٣- أجهزة الرادار

٤- أجهزة الكمبيوتر

- ٥- الأجهزة الكهربائية المنزلية كأجهزة المذياع والتليفزيون والتكييف والثلاجة والديب فريزر وغسالة الملابس وغسالة الأطباق

والسخان والمكيف والمروحة ومجفف الشعر وما كينة الحلاقة الكهربائية  
وغلاية الشاي الكهربائية والخلاط والكبة والعجان ومضرب البيض  
والتوستر وفرن الطهي الكهربائي وفرن الميكروويف والبطانية  
الكهربائية والجرس الكهربائي والألعاب الإلكترونية للأطفال والكبار  
وأجهزة التليفون الثابت والأجهزة المستخدمة للأغراض الطبية كأجهزة  
معامل التحاليل الطبية والمسح الذري

٦- أجهزة التليفون المحمول

٧- محطات أو أبراج التليفون المحمول

٨- الميكروويف أو الموجات القصيرة

٩- أشعة الليزر

١٠- الأشعة السينية أو أشعة إكس أو أشعة رونتجن

١١- أشعة جاما

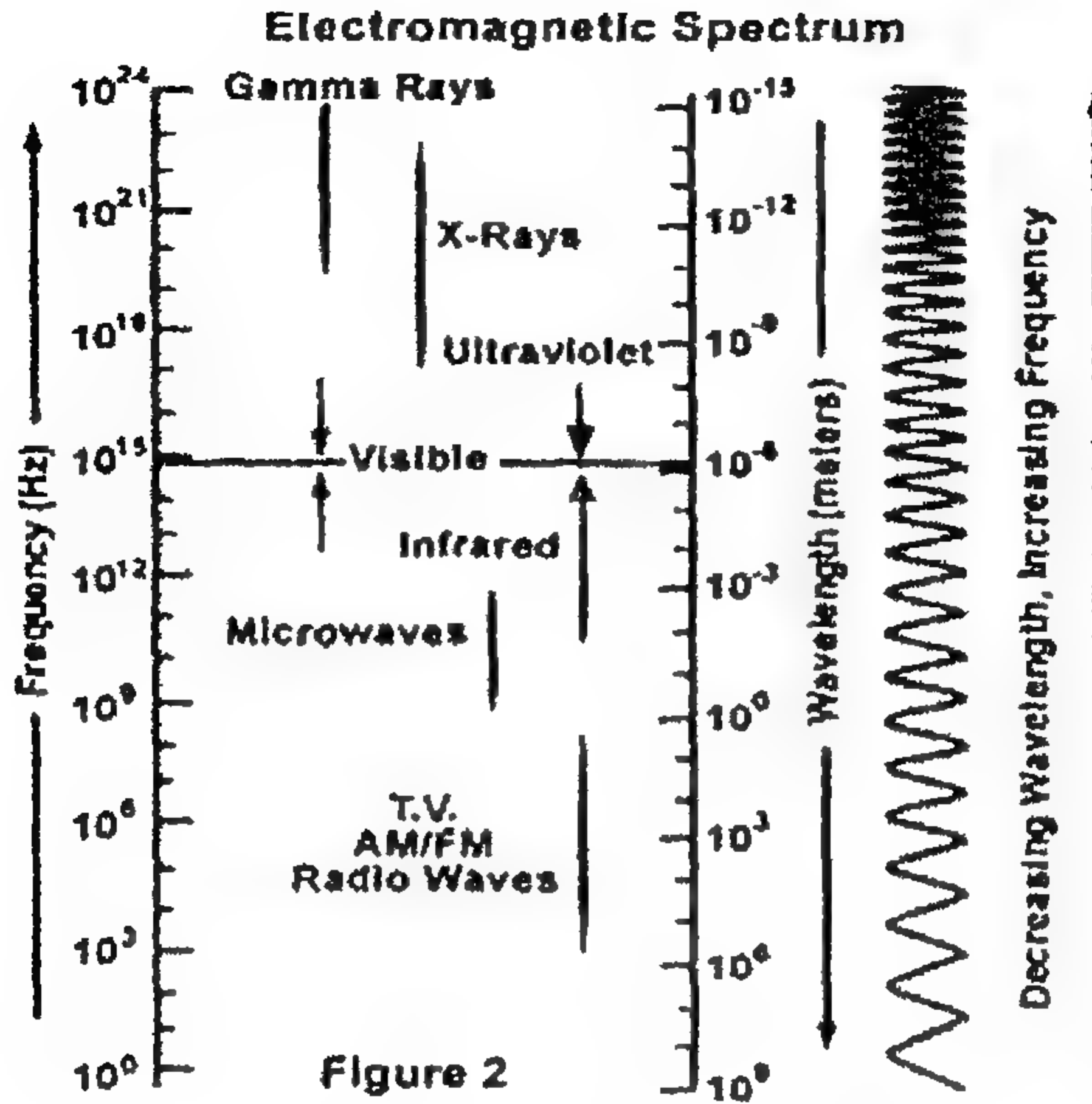
١٢- الأشعة الكونية

١٣- الأشعة فوق البنفسجية

١٤- الأشعة تحت الحمراء

ومن مجموع هذه الموجات يتشكل ما يعرف بالطيف الكهرومغناطيسي

.Electromagnetic Spectrum



الشوارد الحرة والأشعة النووية أو الذرية

الطيف الكهرومغناطيسي Electromagnetic Spectrum ... يبدأ من أمواج الراديو ذات الطول الموجي الطويل والتردد المنخفض ثم منطقة أشعة الميكروويف ومنطقة الأشعة تحت الحمراء ثم منطقة الأشعة المرئية ثم منطقة الأشعة فوق البنفسجية ثم منطقة أشعة إكس ثم منطقة أشعة جاما. لاحظ أنه كلما ازداد الطول الموجي قل التردد والعكس صحيح.

## المجالات الكهرومغناطيسية

الموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic Waves هي عبارة عن سيل أو شلال من الطاقة التي تمر في مسار مستقيم يحوى مجالين مترددين أحدهما كهربى والآخر مغناطيسى فى مستويين يتعامدان على بعضهما كما يتعامدان على اتجاه انتشار الموجة. ولكل من المجالين طاقة معينة. وتتراوح الطاقة الكهرومغناطيسية بين هذين المجالين بشكل متعاكس (زيادة ونقصانا)، أى عندما تزيد شدة أحدهما تنقص شدة الآخر. ويعرف التغير بينهما بالتردد Frequency. وهذا يعنى أن التردد هو عدد المرات فى الثانية التى تتغير بها الطاقة فى المجالين من أقصى قيمة لها حتى تعود إلى نفس القيمة. وهو يقاس بالهرتز Hertz، ويرمز له بالرمز Hz. وكلما ازداد التردد ازدادت الطاقة.

وتنتشر الموجات الكهرومغناطيسية فى الفراغ بسرعة ثابتة هي سرعة الضوء. ويمتلىء الجو بها فتبث فيه قدرا كبيرا من الطاقة. وطبقا للطاقة المنبعثة من هذه الموجات فإنها تنقسم إلى إشعاعات غير مؤينة وهي ذات طاقة ضعيفة نسبيا بحيث لا تستطيع تكسير الروابط بين مكونات المادة مثل موجات الراديو وموجات الميكروويف، وإشعاعات مؤينة ذات طاقة كبيرة بحيث تستطيع تأيين المادة أى تحويلها إلى جسيمات مشحونة مثل الأشعة السينية وأشعة جاما.

ولأغلب الموجات الكهرومغناطيسية قدرة عالية على اختراق جميع المواد التى تتعرض لها بما فيها جسم الإنسان. وهي ذات تأثيرات بيولوجية وصحية بالغة. وتأثيرها المباشر يكون أول ما يكون على

الجهاز العصبى، إذ أنها تمر بالأعصاب أولا ومنها إلى المخ. وبالقطع تتداخل ووظيفته وتؤثر على آليات الإحساس والسمع والبصر. ويكون الخطر على شبكة وعدسة العين بالغاً. كما تؤثر على كيمياء الخلية وما يدور فيها من تفاعلات، مما يؤدي إلى تغير طبيعة الخلايا وانعكاس ناموسها، ومن ثم حدوث طفرات أو تشوهات جينية فيها تؤدي على أقل التقديرات إلى حدوث تخلف عقلي أو حدوث آثار أخرى غير معلومة ربما تكشف عنها بحوث الفيزياء الحيوية في الأيام القادمة.

ويكشف كثير من البحوث العلمية في هذا الصدد أن التعرض للموجات الكهرومغناطيسية يسبب الكثير من الأعراض المرضية التي كثيرا ما يعجز الأطباء عن معرفة أسبابها. كما ثبت أن التعرض لهذه الموجات يساعد بصفة عامة على نمو الخلايا وانقسامها بسرعة كبيرة، مما يؤدي إلى حدوث السرطان بأنواعه، ويؤدي أيضا إلى تصلب الشرايين ولوكيميا الدم والشلل الرعاش (متلازمة باركنسون Parkinson's Syndrome) وتدمير الجهاز المناعى والصداع المزمن والدوار والعصبية. ويؤثر فى الخلايا العصبية للمخ، فيسبب فقدان الذاكرة (مرض الزهايمر Alzheimer disease) وعدم التركيز وعدم الاتزان والإحساس بالإحباط والتوتر والانفعالات غير السوية والنسيان وعدم القدرة على التركيز وزيادة الضغط العصبى والإحساس بالآلام والإرهاق والإجهاد فى جميع مناطق الجسم واضطراب النوم.

ويؤدى طول فترة التعرض للموجات الكهرومغناطيسية إلى العجز الجنسي وزيادة الحساسية بالجلد والصدر والتهاب المفاصل.



وفى الحيوان ثبت أن التعرض لهذه المجالات يسبب اختلال معدل الهرمونات فى الدجاج ونقص إنتاج العسل فى النحل وتغير تركيب الدم وتدمير الخلايا التناسلية فى الفئران.

وعند التعرض للموجات الكهرومغناطيسية عالية التردد فإن درجة حرارة الجسم ترتفع خاصة فى الخصى، مما يؤدى إلى موت الحيوانات المنوية ومن ثم تأثر القدرة الإنجابية والجنسية والتي تصل إلى حد العقم.

### شبكات الضغط العالى الناقلة للطاقة الكهربائية

تتضمن شبكات الضغط العالى التي تقوم بنقل الطاقة الكهربائية محطات القوى وتقوية ومحولات ومحركات ومولدات القدرات العالية الموجودة فى المصانع.

وقد أعلنت وكالة حماية البيئة فى أمريكا أن ثمة نتائج عملية خطيرة تؤكد أن السكان الذين يقيمون بالقرب من خطوط الكهرباء الممتدة من شبكات الضغط العالى حيث تصل الجهود الكهربائية من ألف إلى ٥٠٠ ألف فولت يتأثرون بالمجالات الكهرومغناطيسية المنبعثة من هذه الخطوط بالرغم من ضعف تردداتها مما يؤدى إلى حدوث سرطان الدم واختلالات جسيمة فى الجهاز الليمفى والمخ. وفى تجارب عديدة ثبت أن تعريض الفئران لمجال كهربائى قوته ١٥ ألف فولت فقط يسبب تغيرا خطيرا فى تركيب الدم بها.

ولوحظ أن الذين يقل بعد مساكنهم عن ١٠٠ متر من الأبراج الكهربائية ترتفع لديهم نسبة الإصابة بالسرطان. وتصل خطورة الأمر إلي أن الأطباء صاروا يحذرون مرضى القلب من المرور أسفل خطوط الضغط العالى لكي لا تحدث لديهم أية تغيرات فى الدورة الدموية.

أجهزة الإرسال أو البث الإذاعي والتليفزيونى ومحطات إعادة البث على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء.

تعد المجالات الناجمة عن أجهزة الإرسال أو البث الإذاعي والتليفزيونى ومحطات إعادة الإرسال أو البث سواء على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء جزءا من الإشعاعات غير المؤينة والتي تغطى مدى واسعا من الترددات يتراوح بين ٢٠٠ هرتز و ٣٠٠ جيجاهرتز. وبرغم ذلك فإن هذه الأجهزة تعتبر من مصادر التلوث الكهرومغناطيسى حيث ينتج عنها مجالات كهرومغناطيسية تختلف تأثيراتها البيولوجية بشكل أساسى عن المجالات الكهرومغناطيسية ذات الإشعاعات المؤينة للأشعة السينية على سبيل المثال.

ويعتمد تأثير الموجات الكهرومغناطيسية الصادرة عن هذه الأجهزة على شدة التردد لهذه الموجات وقدرة الأجهزة نفسها، فكلما زادت شدة التردد وقدرة الأجهزة كلما كان التأثير أشد خطرا. كما تعد مدة التعرض لهذه الموجات عاملا مهما فى ازدياد التأثير، فكلما زادت مدة التعرض لها كلما زاد تأثيرها.

ويعد أكثر الناس تأثرا بالإشعاعات الصادرة عن أجهزة الإرسال الإذاعي والتليفزيونى العاملون المتواجدون فى هذه المنشآت والسكان المقيمون بالقرب من أبراج البث الإذاعي والتليفزيونى. وتكمن زيادة الخطر فى طول فترة تعرض هؤلاء للإشعاعات الصادرة عن هذه الأجهزة. وتخفض ملامسة الإنسان للأرض تأثير هذه الإشعاعات إلى

النصف. وربما يوضح هذا أهمية إقامة أنظمة التوصيل الأرضية في مثل هذه المنشآت. وتقاس كمية الطاقة التي تصل إلى جسم الإنسان بما يعرف بكثافة الطاقة Powor Density ووحدها ( ميللى وات/ سنتيمتر مربع أو فولت/ متر.

أما كمية الطاقة الممتصة بواسطة جسم الإنسان لموجات الراديو فيعبر عنها بمعدل الامتصاص النوعى Specific Absorption Rate. وأكثر ما يهم هنا أن هذه الطاقة الممتصة تتميز بصفة التراكم داخل الجسم مع مرور الوقت. وهذا ما يجعل تأثيرها ضارا عند وقت معين. وتحدد منظمة الصحة العالمية الحد الأقصى لمعدل الامتصاص ٠.٨٠٠ وات/ كيلوجرام من وزن الجسم. وتعد هذه القيمة هي حد الأمان أو الجرعة المسموح بها. وإن جاز التعبير فهي درجة التلوث المسموح بها.

وتنتج الترددات الأقل من ١ ميغا هرتز ارتفاعا في درجة الحرارة، لكن نظرا لأن جلد الإنسان يعمل كمُنظم طبيعي للحرارة فيقوم من فوره بالتخلص من الحرارة الزائدة. كما أنها تسبب سريان تيار كهربى داخل الأنسجة، لكن كثافة التيار الكهربى الذى يقطع وحدة المساحات عموديا عليها خلال زمن واحد ثانية، ووحدة قياسها أمبير لكل متر مربع تكون غير ذات تأثير عند هذا الحد من التردد.

أما الترددات الأكبر من ١ ميغا هرتز فإنها تسبب ارتفاعا في درجة حرارة الجسم لا يمكن للجلد أن يتخلص منه فتخرقه وتعمل على تحريك الأيونات وجزيئات الماء التى بداخل الجسم، مما يسبب نقصا في القدرة

البدنية والذهنية ويؤثر على خصوبة النساء وعلى نمو الجنين ويسبب له عيوباً خلقية. ويعتمد عمق الاختراق على تردد المجال، فكلما كان التردد صغيراً زاد عمق الاختراق. ويحسب معيار الأمان لهذا المدى من الترددات من خلال معدل الامتصاص النوعي Specific Absorption Rate.

أما الترددات فوق ١٠ جيجا هرتز وهى نادرة الحدوث فتكون كثافة الطاقة لها كبيرة (أكبر من ١٠٠٠ وات لكل متر مربع) وتسبب فى حدوث تأثيرات مرضية خطيرة كحدوث حروق شديدة بالجلد وإصابة العين بمرض المياه البيضاء أو الكتاراكتا.

هذا وعلى وجه العموم تتلخص التأثيرات الضارة للتلوث الإلكتروني الناجمة عن أجهزة الإرسال أو البث الإذاعي والتليفزيوني ومحطات إعادة الإرسال أو البث سواء على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء فى الإصابة بالتشوهات الخلقية وضعف الإبصار وحساسية الصدر والجلد والصداع المزمن والتهاب المفاصل وأمراض ضغط الدم والجهاز الهضمي.

### أجهزة الرادار

أكدت بحوث عديدة أجريت حول تأثير المجالات المغناطيسية المنبعثة من أجهزة الرادار أنها تسبب الدوار وسرعة الشعور بالإجهاد وانخفاض معدل التركيز الذهني وتخيل أصوات صادرة من الرأس أو بالقرب منها.

ويسبب التعرض لمستويات عالية من أشعة الرادار لفترات طويلة

حدوث الإصابة بالصداع والإجهاد العصبي وفقدان الذاكرة وتزايد احتمالات الإصابة بالعقم والسرطان فى عينات مختلفة من البشر الذين يتعرضون لهذه الموجات. وهو الأمر الذى أكدته تجربة أجريت على فئران التجارب التى تم تعريضها لتيار متقطع من أشعة الرادار، إذ كانت النتيجة أن ٤٠٪ من الفئران قد دمرت خلاياها التناسلية تماما، كما أصيب نحو ٣٥٪ منها بسرطان الدم المعروف باللوكميا.

### أجهزة الكمبيوتر الثابتة والمحمولة

شاع استخدام أجهزة الكمبيوتر الثابتة والمحمولة بصفة كبيرة ومستمرة هذه الأيام. وأصبح من الثابت أن استخدامه لفترات طويلة يسبب أضرارا بالغة على صحة الإنسان، خاصة العين والجهاز العضلى. ويعانى أغلب مستخدمو الكمبيوتر من الصداع ونقص التركيز وتراجع الذاكرة والتوتر والقلق وتنميل اليدين وجفاف الجلد وآلام المفاصل والعمود الفقرى خاصة الرقبة والظهر. كما لوحظ وجود حالات من الإجهاض لدى السيدات الحوامل اللاتى يطيلن الجلوس أمام شاشات الكمبيوتر.

وتؤثر المجالات الكهرومغناطيسية المنبعثة من أجهزة الكمبيوتر على النشاط الذهنى لمستخدميها وتتداخل مع وظائف المخ لديهم.

### الأجهزة الكهربائية المنزلية

زادت أعداد الأجهزة الكهربائية المستخدمة فى المنازل هذه الأيام بصورة كبيرة لدرجة أن المنزل صار كأنه غابة من أسلاك الكهرباء، ولكل حاجة فى المنزل صار يوجد جهاز. وعدا أجهزة المذياع



والتليفزيون والتكييف والثلاجة والديب فريزر وغسالة الملابس وغسالة الأطباق والسخان والمكيف والمروحة ومجفف الشعر وماكينة الحلاقة الكهربائية وغلاية الشاي الكهربائية يوجد الخلط والكبة والعجان ومضرب البيض والتوستر وفرن الطهي وفرن الميكروويف والبطانية الكهربائية وألعاب الأطفال الإلكترونية وأجهزة التليفون الثابت والأجهزة المستخدمة للأغراض الطبية كأجهزة معامل التحاليل الطبية والمسح الذرى. وقد أثبت كثير من البحوث أن المجالات الكهرومغناطيسية الناجمة عن كل هذه الأجهزة تؤدي إلى حدوث السرطان وتشوه الحمل.

ويسبب الاستخدام الدائم لفرن الميكروويف فى طهى وإعداد الطعام خلافا مزمنا فى خلايا المخ. كما يسبب تناول المستمر لأطعمة الميكروويف اضطرابا ملحوظا فى إنتاج الهرمونات الذكرية والأنثوية. ونحن لا غنى لنا عن استخدام الكهرباء والأجهزة التى لا تدور إلا بها. لكن برغم ذلك يمكن تقليل المخاطر والأضرار الناجمة عن الشحنات الزائدة منها، وذلك من خلال السير على الأرض أطول فترة ممكنة لأن الأرض سالبة الشحنات وتقوم بسحب الشحنات الموجبة من الجسم. كما ينصح بإخلاء البيت من كل ما لا يستخدم أو ما يمكن أن نستغنى عنه من الأسلاك والأجهزة الكهربائية. أما إذا كان لا مفر من ذلك فيجب إبعادها أو البعد عنها بقدر المستطاع عن الجسم.

### أجهزة التليفون المحمول

أصبح استخدام التليفون المحمول منتشرا بصورة مذهلة هذه الأيام لدرجة أنه يمكن القول بأنه لا يوجد فى العالم من لا يحمل هذا الجهاز الآن.

وينشأ الاهتمام بالأخطار الناجمة عن التليفون المحمول ومحطات أو أبراج تقوية التليفون المحمول من أنها تصدر موجات لاسلكية ينشأ عنها مجالات كهرومغناطيسية. ويقع تردد هذه الموجات في مدى كبير يتراوح من ٣٠٠ ميگاهرتز إلى ٣٠٠ جيجاهرتز. ومن المعروف أن هذه الموجات هي إشعاعات غير مؤينة، أجمعت أغلب الدراسات العلمية على أن لها تأثيرات ضارة بصحة الإنسان. إذ تظهر أعراضها في صورة صداع دائم وقلق نفسي وتوتر عصبي مع أرق وعدم قدرة على التركيز وشعور بالإعياء والإرهاق وحساسية وشعور بطنين في الأذن واضطراب في الدورة الدموية والإصابة بمرض المياه البيضاء (الكاتاراكتا).

وقد أعلن فريق علمي في السويد أنه اكتشف أدلة إحصائية تشير إلى العلاقة الوثيقة بين استخدام التليفون المحمول والأورام الخبيثة في المخ. وقالت لجنة حكومية بريطانية أن ثمة تغيرات بيولوجية تحدث في المخ لكل الذين يستخدمون التليفون المحمول، خاصة الصغار والمسنين والمرضى. كما أشارت اللجنة بأنها لا تستبعد أن يظهر في المستقبل القريب دليل على قدر ما يسببه التليفون المحمول من أضرار أخرى عديدة على المدى الطويل.

هذا ويحذر علماء الفيزياء الحيوية من كثرة استخدام التليفون المحمول. إذ بإخضاع حيوانات التجارب للمجالات الكهرومغناطيسية المنبعثة عنه ظهرت فيها أعراض تليف عضلة القلب، مما يمكن أن يكون مؤشرا خطيرا لحدوث الذبحة الصدرية. كما وجد أن هذه الموجات الكهرومغناطيسية تحدث خللا في جهاز المناعة بالجسم واضطرابا في النظام الإنزيمي والهرموني بداخل الخلية، مما يعرقل باقي وظائف الجسم.

وقد نشرت مجلة القلب الأمريكية فى عددها الصادر فى مايو ١٩٩٦م بحثا أجرى على ٢٩ مريضا تأكد فيه أن استخدامهم لتليفون محمول كثافة الطاقة الصادرة عنه ٢-٨ وات/سم ٢ يشوش على عمل القلب لديهم ويؤدى إلى زيادة نبضاته واضطراب إيقاعها.

كما أثبتت دراسات علمية عديدة حدوث تلف بأنسجة الجسم على المستويين الخلوى والجزيئى وتغير فى وظائفها الحيوية وظهور كسور وتهتك واضحين فى الحامض النووى DNA عند تعرض البشر لموجات التليفون المحمول. وقد بينت بحوث أخرى سرعة الانقسام المتكرر للخلايا ومن ثم تحولها السرطانى تحت تأثير الإشعاعات المنبعثة من محطات المحمول.

ويزيد الأمر تأكيدا أن خمس عشرة دراسة علمية دلت على أن التعرض للموجات الكهرومغناطيسية (ومنها الموجات الصادرة عن أبراج المحمول) يؤدى إلى تهتك بنية الكروموسومات ومن ثم موت الخلايا.

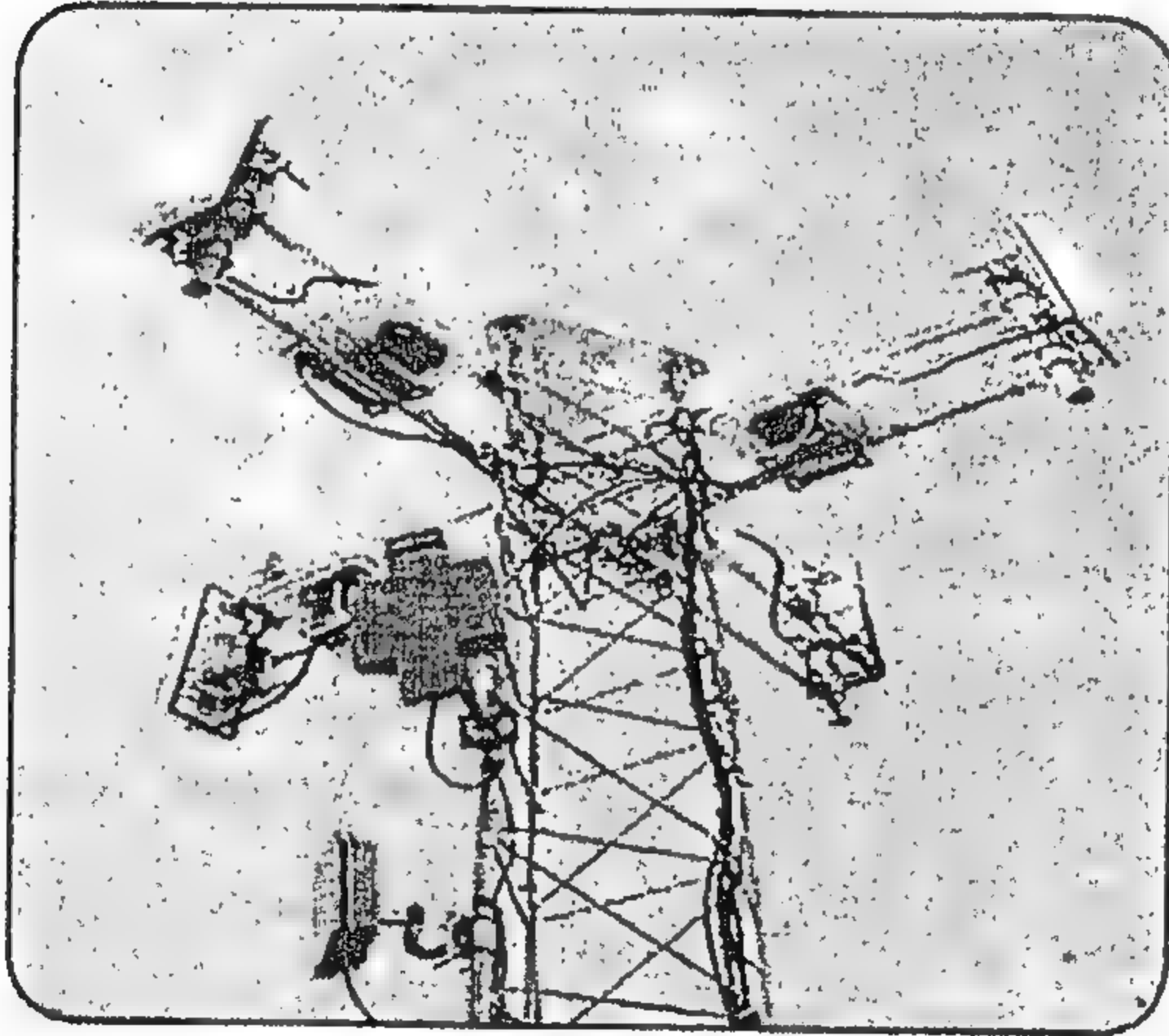
وقد وجد أن تعرض البشر لمجال مغناطيسي شدته ٦٠ هرتز مع استعمال التليفون المحمول يسبب لهم زيادة فى معدل ما يفرزه المخ من هرمون السيروتونين المعروف بهرمون السعادة وانخفاضاً فى معدل ما يفرزه المخ من هرمون الميلاتونين المعروف بالهرمون المنظم للساعة البيولوجية، مما يؤدى إلى استنفاد رصيد المخ منهما ومن ثم نقص المناعة لمقاومة الأمراض الخبيثة.

وعلى وجه العموم يؤدى التعرض المزمّن أو الطويل للإشعاعات المنبعثة من محطات المحمول إلى انخفاض كفاءة الجهاز المناعى وتدهور

نشاطه. وهى نفس النتيجة التى يمكن الحصول عند التعرض لجرعات كبيرة من كل من موجات الراديو المتوسطة RF/MW والقصيرة RF/SW (وكلاهما مناظرتان لموجات المحمول).

وفى دراسات عديدة تبين أن الإشعاعات الصادرة عن التليفون المحمول تؤثر تأثيرا فعالا على المخ والجهاز العصبى المركزي أكثر من أية أعضاء أخرى فى الجسم. وتؤثر بالذات على الذاكرة والقدرة على التعلم واكتساب معلومات جديدة وتزيد من احتمالات الإصابة ببعض الأمراض العصبية مثل الاكتئاب والصرع.

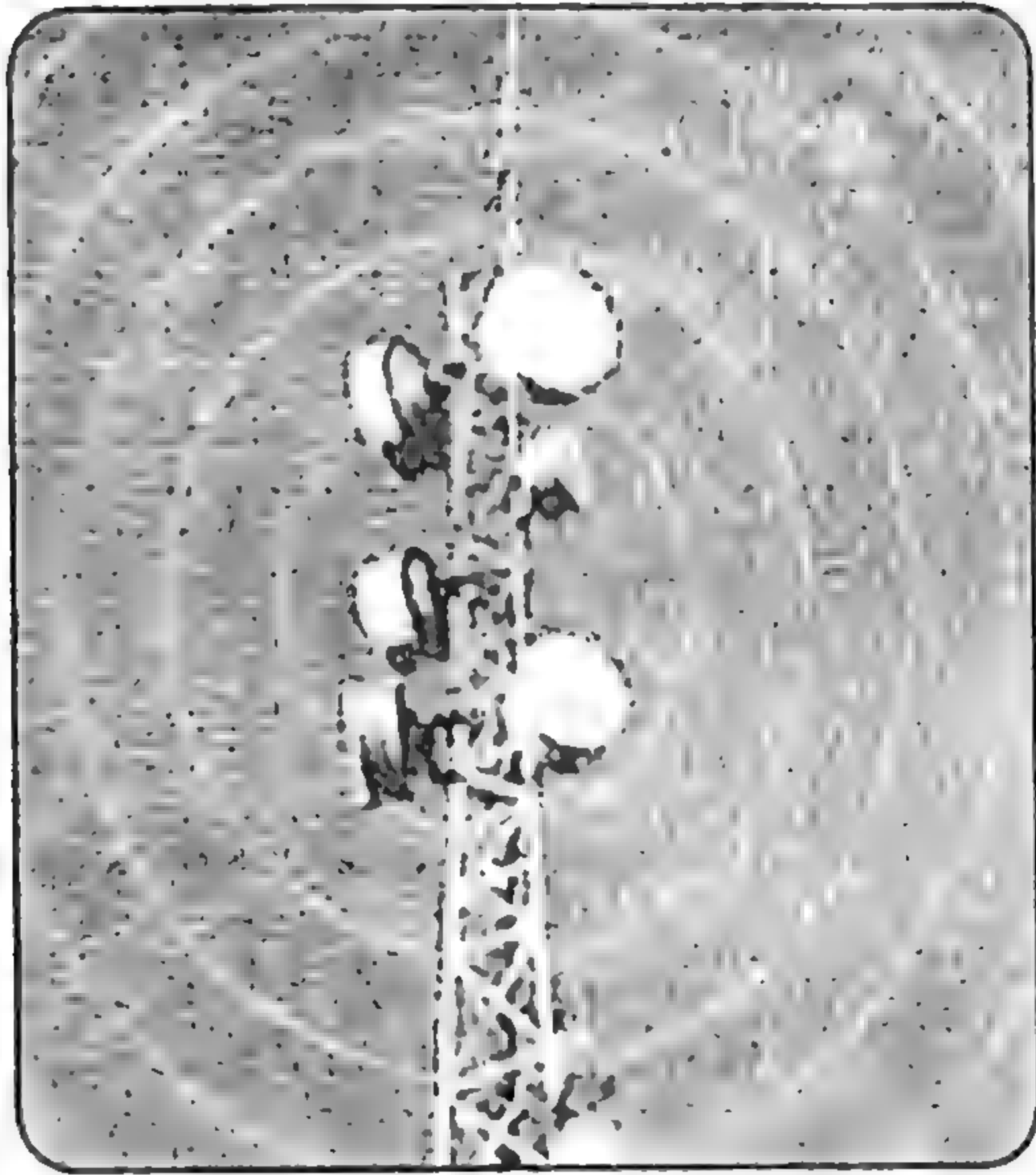
#### محطات أو أبراج التليفون المحمول



أحد أبراج المحمول

تتزايد الأدلة العلمية يوما بعد يوم على أن أبراج المحمول تتسبب فى حدوث تأثيرات صحية سلبية. لكننا بالقطع ننزعج إذا ما علمنا

أن المجالات الكهرومغناطيسية التي تحيط بمحطات التليفون المحمول تزيد شدتها عن ٧ جاوس لأن هذه الدرجة في غاية الخطورة. إذ من الثابت أن التعرض لمجال كهرومغناطيسي شدته ٣ مللي جاوس (٠.٢٠٠ جاوس) يشكل خطرا حقيقيا على صحة الإنسان وأن مجالا كهرومغناطيسيا شدته ٢ جاوس يسبب تليفا في عضلة القلب يؤدي إلى حدوث ذبحة صدرية.



قوة اتجاه الموجات التي يبعثها برج المحمول إلى أجهزة الاستقبال

وتبدأ مخاطر محطات (أبراج) التليفون المحمول من انبعاث الموجات الكهرومغناطيسية ذات الترددات العالية وما تعكسه هذه



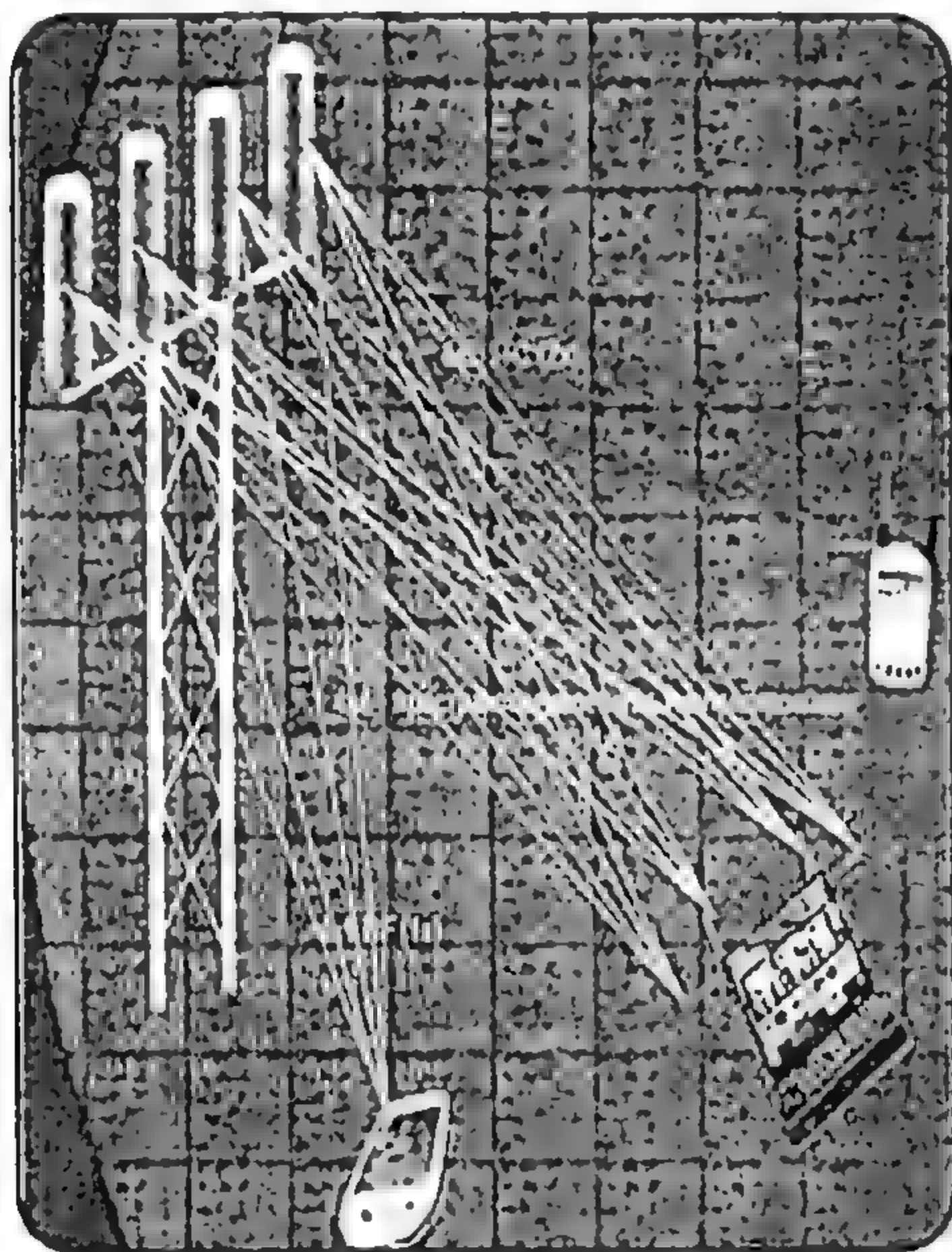
الترددات علي الحالة الصحية للمتعرضين لها نتيجة الطاقة المخزونة في هذه الموجات. وتؤكد بعض الدراسات الأوروبية أن الإشعاعات المنبعثة من محطات المحمول تعادل الإشعاعات الصادرة عن مفاعل نووي صغير.

وقد دل كثير من البحوث العلمية على أن ثمة علاقة سببية بين التعرض للموجات الصادرة عن أبراج الإرسال الإذاعي والتليفزيوني (وهي مناظرة للموجات الصادرة عن أبراج التليفون المحمول) ومعدلات حدوث سرطانات مختلفة بين السكان القاطنين في محيط هذه الأبراج وأن هذه العلاقة من العلاقات التي يطلق عليها علاقات التأثير المرتبط بحجم الجرعة، أي أنه كلما زادت الجرعة زاد التأثير والعكس صحيح.

وتجمع كافة البحوث الإكلينيكية والدراسات العلمية على أن التعرض لموجات الرادار وموجات الراديو (وهي مماثلة للموجات الصادرة عن أبراج التليفون المحمول) بين العسكريين والعاملين في قطاع الكهرباء يسبب سرطان الدم المعروف باللوكميا.

وأصبح الآن من الثابت علمياً أن التعرض التراكمي فترات طويلة لتأثير الإشعاعات الكهرومغناطيسية المنبعثة من محطات المحمول يؤثر علي التوصيلات العصبية والكهربائية ومعدل هرمون الدوبامين في المخ (المعروف بهرمون السرور) بالإضافة إلى تسببها في حدوث بعض أمراض الجهاز العصبي المركزي كنقص القدرة الذهنية وفقدان الذاكرة (الزهايمر)، كما يسبب حدوث مرض المياه البيضاء في العين

والإجهاض سرطان الغدد اللمفية وسرطان المخ وسرطان الثدي عند النساء وسرطان الدم المعروف باللويميا عند الأطفال. ويؤكد هذا ما سبق أن أعلن عن حدوث اضطرابات في نشاط المخ من خلال رسم المخ الكهربائي EEG عند التعرض للموجات الكهرومغناطيسية المنخفضة جدا في كثافة الطاقة (وهي ذاتها الموجات الصادرة عن أبراج المحمول).



توزيع الموجات التي يبعثها برج المحمول إلى أجهزة الاستقبال

وفي دراسة شيقة صادرة عن المركز القومي للبحوث للتعرف علي الآثار الضارة التي تسببها الأشعة الكهرومغناطيسية الصادرة عن

المحمول وأبراج المحمول فوق العمارات السكنية تبين من خلالها أن هذه الأشعة تؤدي إلى زيادة حركة الجزيئات داخل الخلية، مما يعمل علي رفع درجة حرارة الجسم بمعدل درجة واحدة مئوية، ومن ثم يبدأ الخطر. وتوصلت نتائج الدراسة إلي أن التعرض التراكمي لمحطات (أبراج) التليفون المحمول تؤثر تأثيرا فعالا في هرمونات المناعة مثل الكورتيزول والميلاتونين، وذلك بخفض معدلاتها. وكلما كانت أعمار المعرضين لإشعاعات تلك المحطات منخفضة زادت تأثيراتها السلبية. ويزيد هذا التأثير السلبي لدى الرضع أكثر من الأطفال والمراهقين والبالغين. لكن المؤكد أن التأثير يشكل خطورة بالغة في حال إذا كان ارتفاع محطة التليفون المحمول أقل من ٦ أمتار.

وفي أغسطس من عام ٢٠٠٠م أي بعد ٤ سنوات من دخول المحمول إلى مصر أصدرت وزارات الصحة والبيئة والاتصالات لائحة عرفت ببروتوكول الأمان المصري وتتكون من ١٢ بندا للحفاظ علي الصحة العامة تتمثل في اشتراطات أو ضوابط للأمان من خطر محطات التليفون المحمول. وقد اعتمدت هذه الاشتراطات والضوابط علي نتائج الدراسات والتجارب والبحوث التي تمت بواسطة الهيئات العلمية والصحية الدولية المتعلقة بتأثير الإشعاع الكهرومغناطيسي لمحطات التليفون المحمول. وهذه المحطات رؤى أنها لا تكون مأمونة إلا بالاشتراطات والضوابط التالية:

- ١- أن يكون ارتفاع المبنى المقام عليه الهوائي أعلى من المباني المجاورة في دائرة نصف قطرها ١٠ مترا.

٢- ألا يقل ارتفاع المبنى الذي يركب فوقه هوائي محطة تقوية التليفون المحمول عن ١٥ مترا، وألا يزيد عن ٥٠ مترا من مستوى سطح الأرض داخل الكتلة السكنية. وفي حالة تعذر وجود هذا الارتفاع يتم تركيب الهوائي على برج معدني أو صاري بحيث يصل ارتفاع الهوائي عن سطح الأرض إلى الحد المذكور.

٣- أن يكون سطح المبنى المقام عليه الهوائي من الخرسانة المسلحة. وينبغي ألا يسمح بتركيب الهوائي على الشرفات التي بدون مثل هذا السقف، ولا فوق أسطح المباني المستغلة بالكامل كمستشفيات حتى لا يحدث تداخل موجي مع الأجهزة الطبية فيها.

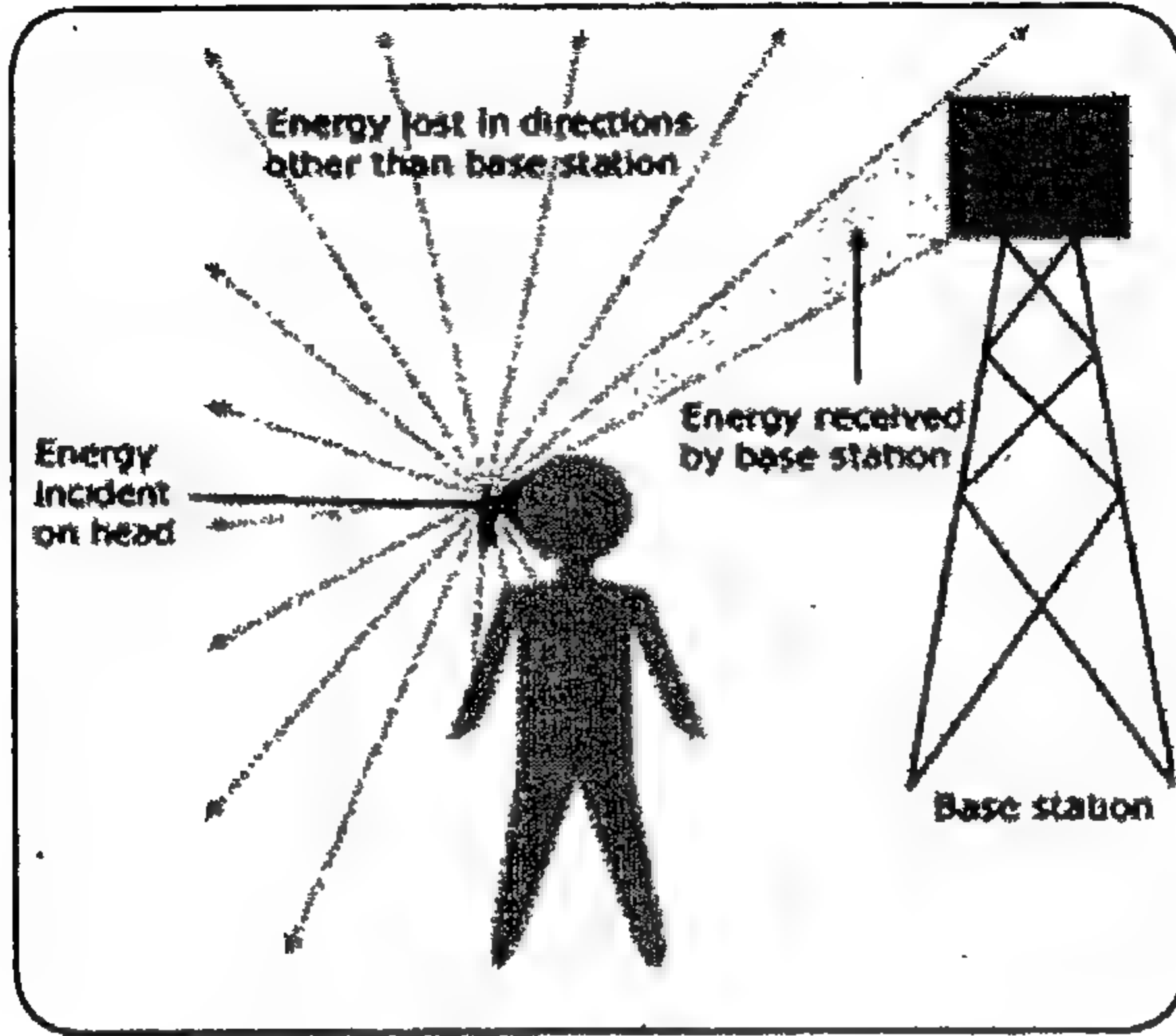
٤- ألا يسمح بوضع أكثر من هوائي مرسل علي نفس الصاري. وفي حالة تركيب برج معدني يشترط ألا يزيد عدد الهوائيات المرسله أو المستقبله التي يتم تركيبها عليه عن ثلاثة. وفي حالة تركيب الهوائيات من النوع المتكامل (مرسل/مستقبل) Integrated Antenna يجب ألا يزيد مجموع الهوائيات من هذا النوع عن ثلاثة أيضا.

٥- ألا تقل المسافة بين أى برجين لمحطات التليفون المحمول علي سطح المبنى عن ١٢ مترا.

٦- ألا يركب مثل هذه الهوائيات في اتجاه أفنية مدارس الأطفال.

٧- إلزام الشركات العاملة في نظام التليفون المحمول عند تركيب المحطات الأساسية فوق أسطح المباني بالمناطق السكنية بالمواصفات العالمية الخاصة بالإشعاع وطبقا لكل من الجمعية الدولية لمهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) والمعهد القومي الأمريكي للمعايرة

(ANSI) والتي تنص علي أن الحد الأقصى لكثافة القدرة الإشعاعية التي يتعرض لها الإنسان يجب ألا تزيد عن ٤٠٠ مللي وات لكل سنتيمتر مربع.



حين تصل الموجات التي يبثها برج المحمول إلى جسم الإنسان

### الميكروويف أو الموجات القصيرة

الميكروويف أو الموجات القصيرة Microwaves هي أشعة على شكل موجات كهرومغناطيسية غير مرئية، وتعد إحدى موجات الراديو التي تتراوح أطوالها الموجية من متر إلى مليمتر وتتراوح تردداتها من ٣٠٠ ميغا هرتز إلى ٣٠٠ جيجا هرتز.



وهى من الأشعة غير المؤينة أى ذات طاقة ضعيفة نسبيا بحيث لا تستطيع تكسير الروابط بين مكونات المادة. لذا فهى تستخدم فى العلاج الطبيعى، حيث يتم عن طريق الحرارة المصاحبة لها معالجة آلام المفاصل والعضلات. لكن ثبت أن لها تأثيرا خطيرا على صحة الإنسان يصل إلى حد الحروق.

أما أفران الميكروويف التى تعمل على توزيع الحرارة فى الطعام بمعدل منتظم وفترة زمنية قصيرة فإنه لا خطر منها إلا إذا أسىء استعمالها كما يحدث عند التعرض المباشر للأشعة الناجمة عنها والتى تولد حرارة عالية جدا، وكذلك فرط الاعتماد عليها فى طهى المواد الغذائية.

ولكثير من أنواع الأشعة الكهرومغناطيسية بما فيها الميكروويف أو الموجات القصيرة آثار تراكمية فى الكائنات الحية، أى أنها تتراكم فى الخلايا ويظهر تأثيرها الهدام الخطير عندما تصل إلى تركيز معين. ويختلف هذا التأثير حسب نوع الأشعة وحسب حالة الشخص المعرض لها.

وقد ثبت أن الأطفال إذا ما وجدوا بالقرب من شبكات الميكروويف فإنهم يتعرضون لحدوث نفس الأمراض والاختلالات. كما بين تجريب تعريض الأرانب لموجات الميكروويف حدوث ارتفاع ملحوظ فى درجة حرارة سائل العين لديها. وبعد نحو أسبوع من بداية تعرضها أصيبت أعينها بمرض المياه البيضاء (الكاتاركتا).

كذلك أكدت دراسات أخرى عديدة على أن التعرض للطاقت العالية من موجات الميكروويف يزيد من احتمالات حدوث السرطان فى الأنسجة المختلفة للجسم.

## أشعة الليزر Laser

أشعة الليزر هي أشعة كهرومغناطيسية مرئية كأشعة الضوء العادى. لكنها ذات موجات متجانسة ومتماسكة، وتنطلق على شكل حزمة ضوئية ضيقة جدا وذات أطوال موجية موحدة فى اتجاه مركز واحد. وبذا فإنها تستطيع قطع مسافات لانهائية فى خط مستقيم. وهى فى هذا تكون على العكس من أشعة الضوء العادى التى ترسل موجات مختلفة الأطوال والألوان وتتفرق وتتناثر وتنخفض شدتها بسرعة وتتلاشى فى الفضاء كلما ابتعدت عن مركز الإشعاع.

وتعنى كلمة الليزر Laser اختصار الأحرف الأولى من عبارة "تضخيم وتقوية الضوء بواسطة إثارة وتنشيط موجاته الإشعاعية Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation". ويعمل جهاز الليزر على تنفيذ معنى كلمة الليزر نفسها. إذ يقوم بتجميع الإشعاعات الضوئية التى يولدها بداخله ويضخمها ويقويها ثم يطلقها على شكل حزمة ضوئية مركزة جدا.

ولأشعة الليزر استخدامات هائلة فى المجالات العسكرية والطبية والصناعية. وينحصر خطرها الآن فىمن يستخدمونها أو يتعرضون لها سواء فى المستشفيات أو المصانع أو معامل البحوث. ويعزى خطرها هذا إلى أثرها الحرارى البالغ الخطورة، خاصة على الجلد والعيون.

ولهذه الأشعة طاقة عالية. وقد تصبح مؤينة أى تغير من تركيب ذرات المادة وتستطيع تأيينها محولة إياها إلى جسيمات مشحونة، مما يسبب أضرارا خطيرة أهمها السرطان فى جسم الكائن الحى الذى يتعرض لها.

**الأشعة السينية أو أشعة إكس أو أشعة رونتجن X - Rays**

الأشعة السينية هي أشعة على شكل موجات كهرومغناطيسية مرئية مؤينة، أي تعطى طاقة كبيرة بحيث تستطيع تأيين المادة أى تحويلها إلى جسيمات مشحونة. وهذه الطاقة تكفى لأن تفقد الذرات بعض إلكتروناتها فتصبح أيونات موجبة. وهى أشعة كهرومغناطيسية طول موجتها أقصر من طول موجة الأشعة فوق البنفسجية وأقصر من طول الأشعة المرئية. إذ لا يتجاوز طول موجتها أنجستروم واحد أى حوالى ١/٥٠٠٠ من طول الموجة فى الضوء المرئى. وهى لها قدرة نفاذية عالية تفوق الضوء العادى وتمكنها من اختراق الأجسام والمعادن. لذلك تستخدم فى الطب لتصوير الأعضاء الداخلية فى الجسم، وتستخدم فى الصناعة للكشف عن المعادن الدفينة فى أعماق الأرض.

ويتمثل التأثير الضار لهذه الأشعة فى الإصابة بالعقم والعمى وفقر الدم وتمزق الجلد وسقوط الشعر. وقد أدى استعمالها فى الحرب العالمية الأولى إلى حدوث أضرار بالغة حيث مات فى عام ١٩٢٢م حوالى ١٠٠ طبيب وأصيب عدد كبير من المشتغلين بهذه الأشعة بعاهاات مختلفة تتراوح ما بين الصلع والسرطان.

ومن الطريف أن إحصائيات عديدة دلت على أن الحريصين على مراقبة صحتهم فى فترات متقاربة يصابون كثيرا بسرطان الصدر وذلك لكثرة تعرضهم للإشعاع عند فحصهم بالأشعة السينية.

**أشعة جاما**

أشعة جاما Gamma (δ) Rays هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية غير مرئية تنتج فى الطبيعة من الشمس نتيجة

للتفاعلات النووية. وتعتبر المجرات السماوية والنجوم المنتشرة في الفضاء من مصادر هذه الأشعة أيضا. كما تنتج باستمرار من العناصر المشعة مثل اليورانيوم.

وهي تنبعث على هيئة حزم من الطاقة تعرف بالفوتونات Photons وتشبه موجات الضوء العادى وتسير بسرعتة ( ٣٠٠ ألف كيلومتر/ الثانية) عدا أن طول موجتها أقل بكثير من الطول الموجى للضوء، ولا تتأثر بالمجال الكهربائى أو المغناطيسى حيث أنها لا تحمل أية شحنات. ولا تحمل أشعة جاما أى شحنات. ولأنها غير مشحونة فإنها تؤين المادة بطرد الإلكترونات منها. لكن قدرتها تلك ضعيفة وتقل عن قدرة أشعة بيتا بمعدل ١٠٠ مرة. وهى ذات طول موجى صغير جدا أقل من النانومتر الواحد. لذا فإن طاقتها كبيرة جدا (تزيد طاقتها على عدة ملايين إلكترون فولت) ولها قدرة عالية على اختراق المادة والأنسجة الحية وأية أجسام تصادفها، ولا يحجزها سوى ألواح سميكة من الرصاص، مما يجعل خطرها فادحا. وفى حالة زيادة جرعتها تسبب الوفاة. ولقدرة أشعة جاما على النفاذ خلال المادة فإنها تستطيع أن تقتل أية خلية حية تمر خلالها، لذلك فإنها تستخدم طبيا فى قتل الخلايا السرطانية دونما حاجة إلى جراحة. كما تستخدم فى الصناعات الطبية والصيدلانية على نطاق واسع فى التعقيم ضد الكائنات الحية الدقيقة والغذائية وتعقيم النفايات، وذلك لقدرتها على قتل الكائنات الحية الدقيقة.

ويعبر عن التأثير التدميرى لهذه الأشعة المؤينة على المادة الوراثية للخلية المتمثلة فى الحامض النووى د ن أ DNA بما يعرف بالدمار الإشعاعى المباشر. وتتكون هذه المادة الوراثية من الجزيئات التى تحمل

المعلومات الوراثية المسئولة عن بقاء الكائن الحى، لذا فإن التأثير عليها يؤثر على بقاء الكائن الحى ذاته. كما أن ثمة علاقة كمية بين دمار المادة الوراثية وتوقف الوظائف الحيوية فى الجسم.

وعادة ما تنبعث أشعة جاما مع أشعة بيتا، ويحدث الاثنان فى الجسم حروقا وفقر دم وأوراما سرطانية. ولكنها تختلف عن أشعة بيتا التي تبطؤ عند فقدانها للطاقة وينتهى بها الحال بالارتباط بالذرة، فى حين تندفع أشعة جاما بكافة طاقتها بسرعة الضوء. ويفقد بعض من أشعة جاما جزءا من الطاقة أو جميع طاقتها أثناء الالتقاء مع نواة الذرة وينجم عنه قذف إلكترونات من هذه النواة، تحصل من خلاله تلك الإلكترونات على الطاقة التي فقدتها أشعة جاما. ويستمر باقى أشعة جاما فى السير خلال الفضاء بسرعة الضوء على هيئة فوتونات ذات طاقة أقل. وكلما زادت طاقة أشعة جاما وزادت طاقة الإلكترونات التي انتقلت الطاقة إليها من هذه الأشعة تولد التلف فى الوسط الذى تمر خلاله (بواسطة تأين وإثارة الذرات). وما ينبغى الانتباه له أنه عندما تتحرر إلكترونات المادة بواسطة فوتونات أشعة جاما يكون التأثير للإلكترونات وليس لأشعة جاما.

### الأشعة الكونية

الأشعة الكونية Cosmic Rays عبارة عن جسيمات مادية نووية أصغر من الذرة وذات طاقة عالية تصل إلى  $10^{18}$  إلكترون فولت. وهى أشعة كهرومغناطيسية تتحرك فى الفضاء فى مسارات محاذية لخطوط المجال المغناطيسى للأرض وتنحني لتصب فى قطبي الأرض



المغناطيسيين ساحبة معها موجات الأشعة الكونية، وذلك لعجزها عن عبور مجال الأرض المغناطيسى. ويجدر بالذكر أن ٩٠٪ منها عبارة عن بروتونات و٩٪ منها عبارة عن جسيمات ألفا (أى أنوية ذرات هيليوم) و١٪ جسيمات بيتا (إلكترونات).

وترد هذه الأشعة إلى الأرض من الفضاء الخارجى بطاقة هائلة تمكنها من اختراق ثخانات كبيرة من المادة. وتسمى أولية عند دخولها جو الأرض، وثانوية بعد أن تقوم بالتفاعل معه.

وهى تأتى من النتوءات التى تبرز من قرص الشمس وتعرف بالرياح والعواصف الشمسية وتبلغ سرعتها ٦٠.٢٠٠ كيلومترا فى الجزء الواحد من الثانية، ومن ثقوب سوداء Black Holes عملاقة فى وسط المجرات القريبة من الأرض. وفى انهمار هذه الأشعة من الفضاء على الأرض تصطدم بأعلى طبقات الغلاف الجوى، فيقوم هذا الغلاف بحماية الأرض من خطرهما. ويلعب المجال المغناطيسى للأرض دورا موازيا للغلاف الجوى فى حماية الأرض من هذه الأشعة.

وقد بدأ البحث فى هذه الأشعة مع بداية القرن العشرين حيث كان العالم الإنجليزى تشارلز ويلسون والعالم الألمانى اليستر جيتريختبران قدرة الهواء على توصيل الكهرباء، فتبين لهما أن ذلك يرجع إلى عامل خارجى قد يكون إشعاعا خارجا عن نطاق الأرض. وفى عام ١٩١٠ استخدم العالم السويسرى جوكر بالونا على ارتفاعات عالية حيث وجد زيادة فى تأين الهواء عند تلك الارتفاعات. وفى عامى ١٩١٣ و ١٩١٤ أجرى كل من النمساوى هيس والألمانى كولهورستر فى ألمانيا تجارب

أخرى على ارتفاعات عالية حيث وجدنا زيادة ملحوظة فى الإشعاعات المتأينة عند تلك الارتفاعات. واقترح هيس أن مصدر هذا التأين هو وجود أشعة آتية من مصدر كونى بعيد. وفى عام ١٩٢٢ قام العالم الأمريكى روبرت ميليكان بدراسة هذه الأشعة عند ارتفاع حوالى ١٦ ألف متر، وأكد وجودها. عندئذ أطلق عليها اسم الأشعة الكونية. وتتواجد هذه الأشعة الكونية فى الكون باستمرار منذ بدء الخليقة على الأرض، وبقدر قليل لا يهدد الحياة على سطح الأرض برغم الطاقة الهائلة (١٨١٠ إلكترون فولت) التى تحملها جسيمات الأشعة الكونية والتى تمكنها من اختراق جسم الإنسان بسهولة. لكن يكمن الخوف من تأثير هذه الأشعة فى طبقات الجو العليا. وبازدياد الارتفاع فى الجو يزداد خطرهما. لذا يخشى على الطيارين ورواد الفضاء من كثرة تعرضهم لها، وإصابتهم بالطفرات الوراثية. ويحذر علماء الوراثة من تأثير هذه الأشعة على الكروموسومات عند المدارات المنخفضة نسبيا أى على ارتفاع ٥٠٠ كيلومتر من سطح الأرض، مما يزيد من فرصة الإصابة بمرض السرطان.



(٣)

## الشوارد الحرة

الشوارد هي عبارة عن ذرات أو جزيئات فقدت إلكترونات من محيطها الخارجي مما يجعلها غير مستقرة. ولما كانت الذرات أو الجزيئات تميل بطبيعتها للاستقرار وتحتوي على عدد زوجي من الشحنات الكهربائية فإنها عندما تفقد إلكترونات تتحول إلى ذرة أو جزيء غير مستقر وذات حركة هائلة رغبة منها في الحصول على الإلكترون الذي ينقصها بأية وسيلة. لذا فإنها تسمى بالشوارد الحرة Free Radicals.

وغالبا ما تسعى هذه الشوارد الحرة لاستكمال ذلك الإلكترون من ذرات وجزيئات خلايا الجسم وأغشيتها ومادتها الوراثية الممثلة في الحامض النووي DNA مما يسبب إضعاف جهاز المناعة فيها والانقسام غير الطبيعي لها وحدوث السرطان وكثير من الأمراض الأخرى كتصلب جدر الشرايين وتلف الجهاز العصبي والتعجيل بحدوث الشيخوخة فيها، ومن ثم تلفها وتدميرها.

ومن أخطر الشوارد الحرة على الجسم ذرات الأكسجين حين تفقد أحد

إلكتروناتها. لذا تعد المحافظة على التوازن بين نشاط ذرات الأكسجين تلك ومضادات الأكسدة إحدى وظائف الجسم الهامة. وتتكون ذرات الأكسجين الشاردة في جميع الأنسجة الحية التي تتعرض إلى النقص اللحظي في تدفق تيار الدم الوارد إليها ثم عودته إلى المستوى الطبيعي مره أخرى. وتتفاعل هذه الذرات الشاردة مع الدهون الفوسفورية للأغشية الخلوية لتكون ما يعرف بالبيروكسيدات فيها Hydrogen Peroxide والتي تفتح الباب لتدمير الخلايا وما يترتب عليها من بعض المضاعفات مثل الإصابة بأمراض السرطان والقلب والأوعية الدموية والسكر وخلافه.

### مصادر الشوارد الحرة

تنتج الشوارد الحرة عن التمثيل الغذائي والتفاعلات الكيميائية الحيوية التي تجرى باستمرار في الجسم. ويتطلب القيام بالنشاط البدني احتياج العضلات إلى استهلاك قدر كبير من الأكسجين يزيد نحو عشرين مرة عما تحتاجه في الأوقات الأخرى. بل وقد يصل إلى نحو مائتي مرة. وترفع هذه الزيادة في الأكسجين من وتيرة عمليات التمثيل الغذائي مما يؤدي إلى زيادة الشوارد الحرة كمخلفات من الأكسجين فاقد الإلكترون. كما تنتج خلايا الجهاز المناعي الشوارد الحرة كمحصلة لعمليات تدمير الفيروسات والبكتيريا في جميع أنحاء الجسم. ونتيجة لذلك فإن خلايا الجسم تظل تقذف باستمرار بتلك الشوارد الحرة.

وجدير بالذكر أن الشقوق الحرة المؤكسدة لا يقتصر ورودها إلى الجسم من التفاعلات الكيميائية الحيوية للتمثيل الغذائي الحادثة

به وحسب بل تأتي إليه أيضا من التعرض للعادم والدخان ودخان السجائر والتلوث بالمعادن الثقيلة كالزئبق والكاديوم والرصاص والمبيدات ومخلفات المصانع وكثير من الكيمياويات الأخرى والتعرض للإشعاع خاصة الأشعة فوق البنفسجية للشمس وأشعة إكس والموجات الكهرومغناطيسية.

### تأثير الشوارد الحرة على الجسم

في تأثير الشوارد الحرة على خلايا الجسم نظرية هامة تقول: إن نواة الذرة تحاط بسحابة من الإلكترونات توجد في حالة زوجية. لكن هذه الذرة تفقد أحيانا إلكترونات من أحد الأزواج المشكلة للسحابة الإلكترونية تاركة الإلكترون الآخر بحالة مفردة. هنا تصبح الذرة نشطة جدا للتفاعل Reactive ويطلق عليها أنها من الشوارد الحرة. وحينما تقابل ذرة مثل هذه خلايا الجسم فإن هذه الذرة تقوم بتدمير الخلايا. وحين يتكرر هذا الفعل هنا فإن جسم الكائن الحي يدخل في مرحلة الشيخوخة.

ولتفسير حدوث الشيخوخة وضعت عدة نظريات، أهمها نظرية الشقوق الحرة المؤكسدة Oxidative Free Radicals Theory، وهي تفترض أن الشيخوخة تحدث كنتيجة للتغيرات الناجمة عن تفاعلات الأكسدة التي تسببها الشقوق الحرة المؤكسدة Oxidative Free Radicals عندما تهاجم المادة الوراثية (الحامض النووي DNA) الموجودة في الخلايا. إذ عندما تحدث التفاعلات الأيضية الطبيعية في الجسم وهي بالملايين ينتج عنها ما



يعرف بالشقوق الحرة المؤكسدة Oxidative Free Radicals التي من المفترض أن النظم المضادة للأكسدة Antioxidants (مثل الجلوتاثيون Glutathione والكاتاليز Catalase والديزميوتيز Superoxide Dismutase) تعمل على التخلص منها، حيث أنها سامة جدا ويمكن لها إذا ما كانت كميتها كبيرة أن تهاجم الخلايا السليمة وتدمر المادة الوراثية (الحامض النووي DNA) بها وذلك بالتفاعل معها، مما يؤدي إلى حدوث طفرات تسفر عن تلف وظائف تلك الخلايا. كما أنها هي المسؤولة عن كثير من الأمراض كالسرطان والنقرس (التهاب المفاصل). وتستمر هذه العملية حتى تقل الوظيفة المناعية للخلايا ويقل محتواها من الأدينوسين ثلاثي الفوسفات مصدر الطاقة الأساسي فيها وتبدأ الشيوخة في الحدوث.

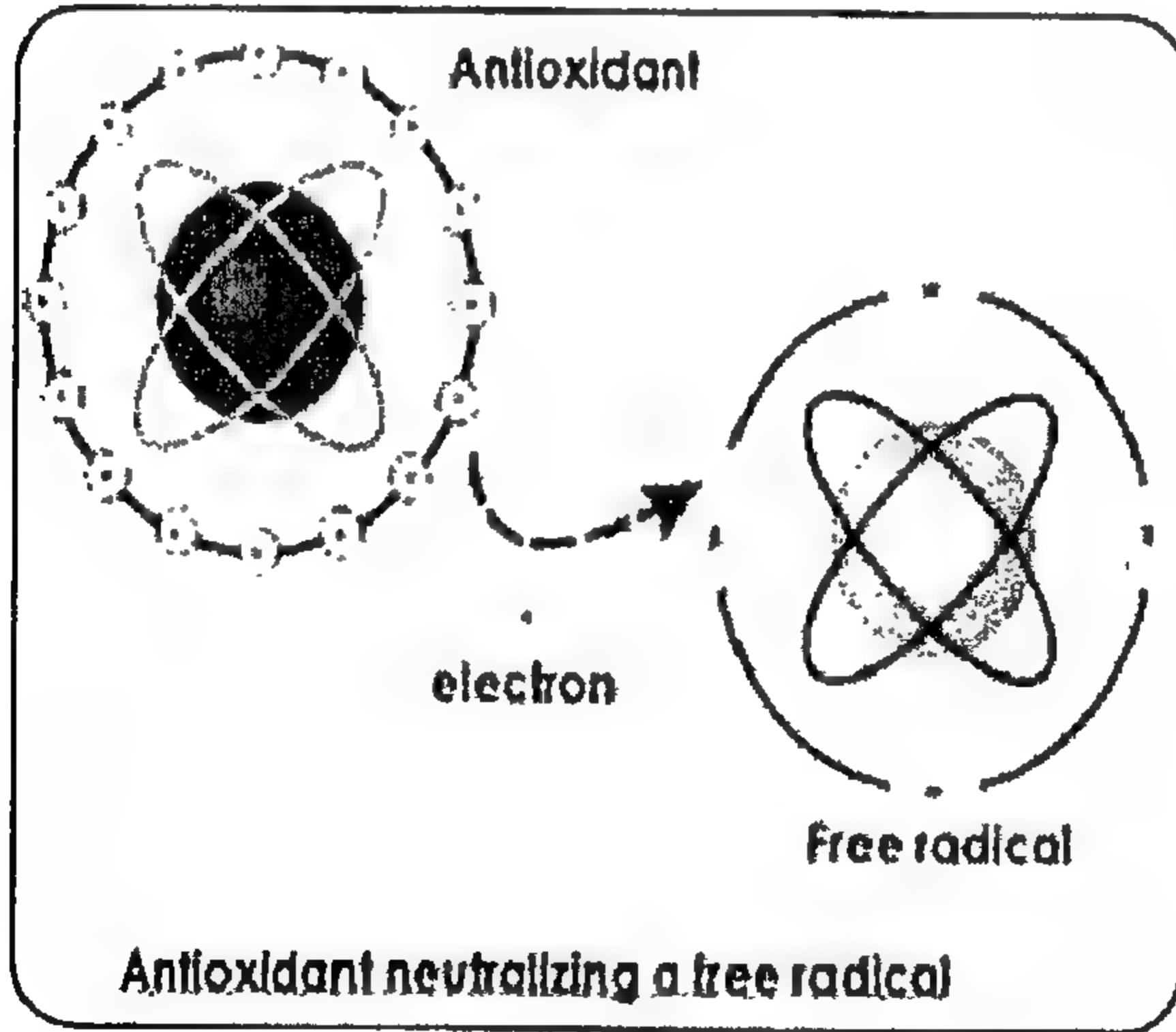
### مضادات الأكسدة

مضادات الأكسدة Antioxidants هي كيماويات موجودة في بعض الإنزيمات التي يكونها الجسم مثل الجلوتاثيون Glutathione والكاتاليز Catalase والسوبر أوكسيد ديسميوتيز Super Oxide Dismutase وكثير من الأغذية التي تتمثل في فيتامينات مثل البيتاكاروتين (فيتامين A) وحامض الأسكوربيك (فيتامين C) والتوكوفيرول (فيتامين E) وبعض الأحماض الأمينية والمعادن. وكلها تقى الجسم من إيذاء الشوارد الحرة للأنسجة السليمة، وذلك بارتباطها بها من خلال منحها الإلكترون التي تبحث عنه، فتوقف تأثيرها الخطير بمعادلة ما تحدثه من خلل في خلايا الجسم خاصة مادتها الوراثية المتمثلة

فى الحامض النووى دن أ DNA. وباختصار فإن مضادات الأكسدة هى بمثابة نظام دفاعى ضد الأكسدة التى تسببها ذرات الأكسجين الشاردة لحماية الخلايا من أضرارها.

وبالطبع إذا زادت الشوارد الحرة عن مضادات الأكسدة أو نقصت مضادات الأكسدة حدث للجسم ما لا يحمد عقباه.

وتضاف مضادات الأكسدة للأغذية لكي تؤخر أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة فى الزيوت. ومن المعروف أن مثل هذه الأكسدة تنجم عن تفاعل أكسجين الهواء مع الدهون والزيوت وتؤدى إلى تغير طعمها ولونها ورائحتها فيما يعرف بالتزنخ.



## أنواع مضادات الأكسدة

تتكون مضادات الأكسدة من بعض الإنزيمات التي يصنعها الجسم بالإضافة إلى بعض المواد التي يتناولها الإنسان ضمن غذائه. وتعمل عناصر مضادات الأكسدة جميعها معا أو بشكل منفرد ضد الشوارد الحرة. هذا ويمكن حصر مضادات الأكسدة فيما يلي:

### • مضادات الأكسدة الإنزيمية

تعتبر الإنزيمات المضادة للأكسدة خط الدفاع الأول للجسم ضد الشوارد الحرة. وهي تتمثل في الجلوتاثيون والكالتيز والسوبر أكسيد ديسموتيز.

### • مضادات الأكسدة الغذائية

. وهي تتمثل في الفيتامينات مثل البيتاكاروتين (فيتامين A) وحامض الأسكوربيك (فيتامين C) والتوكوفيرول (فيتامين E) والحامض الأميني المعروف بالسيستين Cysteine والمعادن مثل الماغنسيوم والزنك والسليسيوم والنحاس والمنجنيز.

(٤)

## الأشعة النووية أو الذرية

الإشعاع Radiations هو انبعاث طاقة علي شكل أشعة أو جسيمات من المواد المشعة Radioactive Materials. وتتميز أنوية العناصر المشعة بأنها غير مستقرة. لذا تتفكك إلي أنوية أخف وأكثر استقرارا. وينتج عن ذلك أنواع مختلفة من الإشعاع منها ما هو جسيمات مشحونة مثل أشعة ألفا وأشعة بيتا. ومنها ما هو إشعاع كهرومغناطيسي مثل أشعة جاما. وتقاس شدة الإشعاع بوحدة تسمى الريم REM. والحد الأقصى للإشعاع النووي الموجود في الهواء والذي يجب ألا يتعرض الإنسان لحد أعلى منه هو ٥ ريم. وتأثير صحة الإنسان بالتعرض للإشعاعات النووية عند الحد الأكثر من ذلك. إذ عند ١٠٠ ريم يعاني الإنسان من اضطراب الدورة الدموية ويتساقط شعره. وعند ٨٠٠ ريم يصاب بالسرطان.

وينبغي الانتباه إلى أنه كلما بعد الإنسان عن مصدر الإشعاع كلما قل التعرض له، وكلما قل زمن التعرض له قل الخطر الناجم عنه.

وتُخفض شدة الإشعاع بواسطة عوازل تقوم بامتصاصه وتشتيته،  
توضع بين مصدر الإشعاع والشخص المعرض له.  
ولم يكن يدرك أثر الإشعاع قبل حادث مصنع الساعات الشهير  
عام ١٩٢٠م والذي كان أول حادث نووي إشعاعي في التاريخ. ففي  
عام ١٩١٧م كان اكتشاف أول الاستخدامات الصناعية لعنصر الراديوم  
المشع في الطلاءات المضئية ليلاً، إذ عندما يخلط مسحوق عنصر  
الراديوم مع بللورات كبريتيد الزنك فإن بللورات كبريتيد الزنك تمتص  
الطاقة من جسيمات ألفا المنبعثة من الراديوم فتضيء بلون مرئى. وعلى  
الفور فكرت مصانع الساعات في استخدام هذا الاكتشاف لطلاء أرقام  
وعقارب الساعات بهذا الطلاء الجديد ليتمكن قراءة الوقت أثناء الظلام.  
ومن أجل تشكيل خطوط رفيعة لطلاء الأرقام والعقارب في  
الساعات كانت العاملات في أحد مصانع الساعات وعددهن ٢٠٠٠  
يضعن الفرشات بين شفاهن ثم سحبها ببطء لكي تكون قممها رفيعة  
ومدببة. ولم تكن تلك العاملات تدركن أنهن في كل مرة كن يضعن  
الفرشات في أفواههن كن يبتلعن فيها كمية ضئيلة من الراديوم المشع.  
وفي بداية عام ١٩٢٠م كان قدر كبير من الراديوم قد تراكم في  
أجسامهن فتوفى بعضهن مصابات بأنيميا حادة وسرطان العظام. وفي  
عام ١٩٢٤م كان قدر الراديوم المتراكم في أجسامهن قد زاد إلى حد  
قاتل فمات معظمهن. وظل الحال مجهولاً والأسباب غير معروفة حتى  
جاء أحد أطباء الأسنان فاکتشف على سبيل الصدفة أن علاقة العمل  
بالمواد المشعة لها تأثير إشعاعي سرطاني على الفكين.

ومن أخطر مصادر التعرض لهذه الإشعاعات المفاعلات ومحطات القوى النووية المستخدمة لتوليد الكهرباء وبعض المناجم التي تستخرج منها خامات عناصر مشعة مثل الراديوم واليورانيوم. وثمة مصادر إشعاعية مستخدمة في الأغراض الطبية بغرض التشخيص كالأشعة السينية وبغرض العلاج كإبر الراديوم والكوبالت واليود والفسفور. كما أن ثمة مواد مشعة عديدة تستخدم في مجالات صناعية كالتصوير الإشعاعي وتعقيم الأطعمة والأدوية والساعات المضيئة وأجهزة التليفزيون حيث يحتوي الأخيران علي اليورانيوم. كما تعد الأشعة الكونية مصدرا طبيعيا لهذه الأشعة. وهي تصل إلي الأرض قادمة من الفضاء الخارجي ومن الشمس أيضا. وتزداد جرعتها بزيادة الارتفاع عن سطح البحر وبزيادة خطوط العرض.

وينتج التلوث بالإشعاعات النووية من وجود أنوية مشعة في الهواء أو الماء أو الغذاء. وتنبعث تلك الأنوية من استخدام المواد أو النظائر المشعة Isotopes في الأغراض الصناعية والطبية كاستخدام الأشعة في العلاج والتشخيص الطبي. كما تنبعث من التجارب النووية والتفجيرات النووية وحوادث المفاعلات والنفايات الذرية المتمثلة في المخلفات والمواد الثانوية الناتجة عن صناعة الوقود النووي.

وتصل المواد المشعة إلى الماء نتيجة تسربها من المفاعلات ومحطات القوى النووية ونتيجة لحفظ النفايات النووية في أعماق البحار. ويؤدي هذا إلي زيادة نسبة المواد المشعة في الماء حيث تنتقل هذه المواد إلي الكائنات الحية عبر السلسلة الغذائية من خلال العوالق النباتية



والطحالب. ونظرا لأن هذه الكائنات الحية هي غذاء الأسماك فقد تنتقل المواد المشعة إلي أجسامها وتتركز فيها. ومنها تنتقل إلي الطيور والإنسان اللذين يعيشان عليها.

ولا يحس جسم الإنسان ولا أجسام الكائنات الحية الأخرى بالتعرض للإشعاع مهما زادت كميته. لكن خطره ينشأ من تراكمه في أجسام الكائنات الحية مثله مثل المعادن والمبيدات ثم انتقاله عبر السلسلة الغذائية مع زيادة تركيزه في كل مرحلة.

والاسترانشيوم بالذات هو من أخطر العناصر المشعة. ولتشابهه الكيميائي مع الكالسيوم فإنه يدخل في تركيب العظام ويحل محل الكالسيوم. ويزيد خطره في الأطفال فيبلغ تركيزه في أجسامهم نحو ١٥ أكثر مما في البالغين. هذا ويمكن التأكيد بأنه لا يوجد طفل في العالم إلا وتحوي عظامه قسطا من الاسترانشيوم.

وجدير بالذكر أن التفجيرات النووية تختلف عن التفجيرات غير النووية في أن الأخيرة لا تؤثر على نواة الذرة وكل ما يحدث فيها هو تغير إلكترونات مداراتها الخارجية فقط. أما التفجيرات النووية فمنها ما ينجم عن انقسام أو انشطار في أنوية الذرات Nuclear Fission كما في القنبلة النووية (الذرية) Nuclear or Atomic Bomb ومنها ما ينجم عن اندماج بين أنوية الذرات Nuclear Fusion كما في القنبلة الهيدروجينية Hydrogen Bomb. وكلاهما يتولد عنه طاقة هائلة.

والغبار الذري هو أهم الملوثات البيئية الناجمة عن مثل تلك

الانفجارات النووية. وهو عبارة عن مجموعات هائلة من الرقائق المشعة المنبعثة من مادة القنابل أو من الغبار الذي اكتسب خاصية الإشعاع. وهو قد يبقى عالقا في الجو لسنوات عديدة. وينتقل ضرره إلى الإنسان بوسائل شتى سواءا عن طريق التنفس من خلال الهواء الملوث أو التعرض لسحابة مشعة عابرة أو نتيجة للحروق التي يسببها التصاق الغبار بخلايا الجلد أو عن طريق ترسبه على أوراق النبات والذي ينتقل بدوره إلى الإنسان، إما مباشرة من خلال تناول النبات أو عن طريق تناول لحم الحيوان أو منتجاته كالحليب والدهون. وكذلك تتلوث المياه والتربة بالإشعاعات النووية عن طريق ذلك الغبار الذي يحمل من مسافات بعيدة ومنه ينتقل أيضا إلى النبات ثم إلى الحيوان والإنسان. وتنبه الدراسات المتعلقة بالتلوث أنه بعد كل عملية تفجير نووي تحدث فوق سطح الأرض يموت نحو ٦٠ ألف شخص نتيجة لإصابتهم بالسرطان والأمراض الأخرى التي تسببها الإشعاعات المؤينة الناتجة عن تلك التفجيرات.

وكان لإلقاء القنابل النووية (الذرية) علي مدينتي هيروشيما ونجازاكي باليابان في أغسطس ١٩٤٥م آثار قاتلة. إذ مات على الفور نحو ٧٢ ألف مواطن وأصيب نحو ٨٠ ألف آخرين. وامتد الإشعاع الذري عدة آلاف من الكيلومترات. وتركت هذه القنابل جيلا من المشوهين. وكانت التشوهات في الأطفال الذين ولدوا بعد إلقاء هذه القنابل مفاجئة للغاية فرأس الطفل بدا أصغر من العادة. كما بدا التأخر ملحوظا في نموه وصحته قبل الولادة وبعدها.

وبرغم كل ما فى الطاقة النووية من مميزات تتميز بها عن طاقة الوقود العادى إلا أن الخطر الذى قد ينجم عن المفاعلات النووية يبقى أقوى من أى خطر آخر. ففي عام ١٩٨٦م انفجر المفاعل النووي فى تشرنوبيل Chernobyl فى الاتحاد السوفيتى السابق وقتل نحو ٣٢ شخصا فى الحال وحدثت انفجارات نووية هائلة ورهيبة لوثت منطقة يصل قطرها إلى أكثر من ٣٠ كيلومتر مربع بالمواد الانشطارية والأنوية المشعة. وكونت المواد المشعة فى الجو سحابة هائلة من الغازات السامة والغبار المشع فوق المنطقة، كما وجدت فى المنطقة قطع من الجرافيت المستخدم فى المفاعل والوقود الساخن، مما جعل عملية إزالة التلوث صعبة للغاية.

وإلى جانب ما سببه ذلك من تلوث فى الهواء والتربة فقد تلوثت مياه المجارى والغابات أيضا، ولا زال المفاعل يطلق رذاذا مشعا حتى اليوم. وأعلن أن المساحة المحيطة بالمفاعل هى منطقة محظورة. فهجرها السكان، بل وهجرتها الحياة بأسرها بكل ما تبقى فيها من أحياء. وتفاقم التسرب فانتشر بفعل الرياح فى أجواء الدول الأوروبية المجاورة لروسيا مثل السويد وفنلندا وألمانيا وفرنسا وإيطاليا وتركيا. واضطرت السلطات إلى إعدام كثير من المواشي والأغذية المحفوظة التى تلوثت بالإشعاع، وتسلسل الخطر إلى كل أنواع الخضار والأطعمة والألبان ومنتجاتها، وساد الانزعاج كل أنحاء العالم.

إن حادثة واحدة كتلك التى وقعت فى تشرنوبيل لكفيلة بضياع مكاسب الإنسان فى عشرات الأعوام. ولا يقف الخطر المحدق بالبشرية

عند المفاعلات النووية وحسب. فالتجارب النووية تمثل كابوسا مخيفا بما تبعته من أخطار لا حدود لها. فالغبار المتصاعد من هذه التجارب ينتشر في الهواء فتملاً عناصره الجو ثم يتساقط في المسطحات المائية فيخل بكييمياء المياه وكفاءة الأنشطة الحيوية التي تحدث فيها.

ولا يتوقف خطر الإشعاع النووى عند جزء من أجزاء الجسم، فهو عندما يسقط على الجسم كله فإنه يسبب السرطان فى الرئتين والجهاز الهضمى والجلد ويعتم عدسة العين ويحدث اختلالا فى خلايا الدم البيضاء والغدد اللمفية ويضر العظام والطحال. وعندما يسقط على عضو بعينه فإنه يصيبه وحده بهذه الأضرار. حتى الجرعات القليلة جدا منه تسبب الضرر لجزء ضئيل من نسيج أو حتى خلية واحدة منه فتحولها إلى خلية سرطانية. وفى الخلايا الجنسية يحدث الإشعاع خلاا وراثيا ينتقل من جيل إلى جيل. وهو ما يعبر عنه بالتشوه الخلقي.

ويحدث التعرض للإشعاعات النووية غالبا باستنشاق الهواء الملوث بالعناصر المشعة. ومنه ينتقل إلى الخلايا عن طريق الدم أو عن طريق ابتلاع أغذية ملوثة بمواد مشعة. وتلعب الأمطار دورا هاما فى تسهيل وصول المواد المشعة إلى جسم الكائن الحى، وذلك عن طريق امتصاص مياهها لتلك المواد ثم نزولها إلى التربة ثم وصولها إلى النبات ثم إلى الحيوان والإنسان.

وللإشعاعات النووية تأثيرات حيوية خطيرة على الكائن الحى، قد تكون ذاتية على نفس الكائن الحى المعرض للإشعاع وقد تكون وراثية تظهر أعراضها فى أجياله التالية. وقد تكون التأثيرات الذاتية مبكرة.

أى تظهر بعد فترة قصيرة (ساعات أو أيام) من التعرض للإشعاع. وتتمثل فى تلف الخلايا العصبية وخلايا نخاع العظام وظهور قرح فى الجلد. وقد تكون التأثيرات متأخرة. وتتمثل فى الإصابة بالسرطان وقتامة عدسة العين وتشوه الأجنة.

وتؤثر الإشعاعات النووية على خلايا الكائن الحى من خلال عدة مراحل يستغرق بعضها زمنا لا يتعدى قدره جزءا ضئيلا من الثانية، ويستغرق البعض الآخر زمنا يصل إلى عدة دقائق. ومحصلة تلك المراحل تدمير العوامل الوراثية (الجينات) فى الخلية أو موت الخلية نفسها أو توقف انقسامها أو حدوث تغيرات دائمة ذات أثر سلبى فيها وتنتقل وراثيا من جيل إلى جيل.

والآن لم يعد استخدام القنابل الذرية بالعملية السهلة. وظهر الجانب السلمى للذرة متمثلا فى الوقود النووى. فقد دفع الاحتياج المضطرد للطاقة كثيرا من الدول إلى إنشاء محطات أو مفاعلات لتوليد الكهرباء تعمل بالوقود النووى مثل اليورانيوم والبلوتونيوم بدلا من الوقود المعتاد كالبترول والغاز الطبيعى والفحم. ويبلغ عدد المفاعلات النووية فى العالم ٤٧٣ مفاعلا تقع متفرقة فى ٣٢ دولة.

. ولما كان الوقود المعتاد معرضا للنضوب والنفاد المستمرين وينبعث عنه أخطار بيئية عديدة لذا فإن الكثيرين يعتبرون أن الطاقة النووية هى طاقة المستقبل وأنها الاختيار الأفضل لبيئة نظيفة. وذلك نظرا لأنه لا ينبعث عنها غاز ثانى أكسيد الكربون ولا غازات أكاسيد الكبريت ولا أية عناصر معدنية سامة مثل الرصاص والزرنيق. كما أن انشطار

ذرات الوقود النووي يؤدي إلى انبعاث طاقة حرارية هائلة تبلغ آلاف المرات كمية الطاقة المنبعثة من نفس الحجم للوقود المعتاد. وبالتالي فإن حجم المخلفات الناتجة عن المحطات النووية يكون ضئيلا للغاية ويمكن تركيزه في حيز أصغر.

وتتميز ذرات الوقود النووي بقدرتها على الانشطار أو الانقسام لدى تفاعلها مع الجسيمات النووية مثل النيوترونات. ويصاحب هذا التفاعل انبعاث كمية هائلة من الطاقة الحرارية التي يمكن الاستفادة منها في أغراض مختلفة غير توليد الكهرباء كتحلية مياه البحر.

### القنبلة النووية أو الذرية

تعتمد القنبلة النووية أو الذرية Nuclear or Atomic Bomb على حدوث انشطار لنواة اليورانيوم ٢٣٥ أو نواة البلوتونيوم ٢٣٩ وذلك بقدر يصل إلى ٨ كيلوجرامات على هيئة كميتين منفصلتين وضغطهما بقوة كبيرة وبطريقة مفاجئة ولفترة قصيرة جدا تصل إلى جزء من المليون من الثانية. وبالقسط فإن كتلة أي منهما ستتكشف قطعا إلى حجم أصغر ويحدث نتيجة لذلك انشطار نووي تنبعث عنه كمية من الطاقة تعادل ما ينجم عن انفجار ما قيمته مائتي ألف طن من مادة مادة ثلاثي نيتروتولوين المشهورة اختصارا باسم ت ن ت. TNT وعند حدوث الانفجار النووي تحول الطاقة الناتجة المواد المستخدمة إلى غاز وينتج ضغط هائل ورياح شديدة السرعة ووميض شديد الوهج وحرارة تصل إلى عشرة ملايين درجة مئوية. ويحمل الغاز المتكون خطرا قاتلا على هيئة إشعاعات مؤينة من نوعية ألفا وبيتا وجاما تعمل كلها على تأين المنطقة المحيطة.



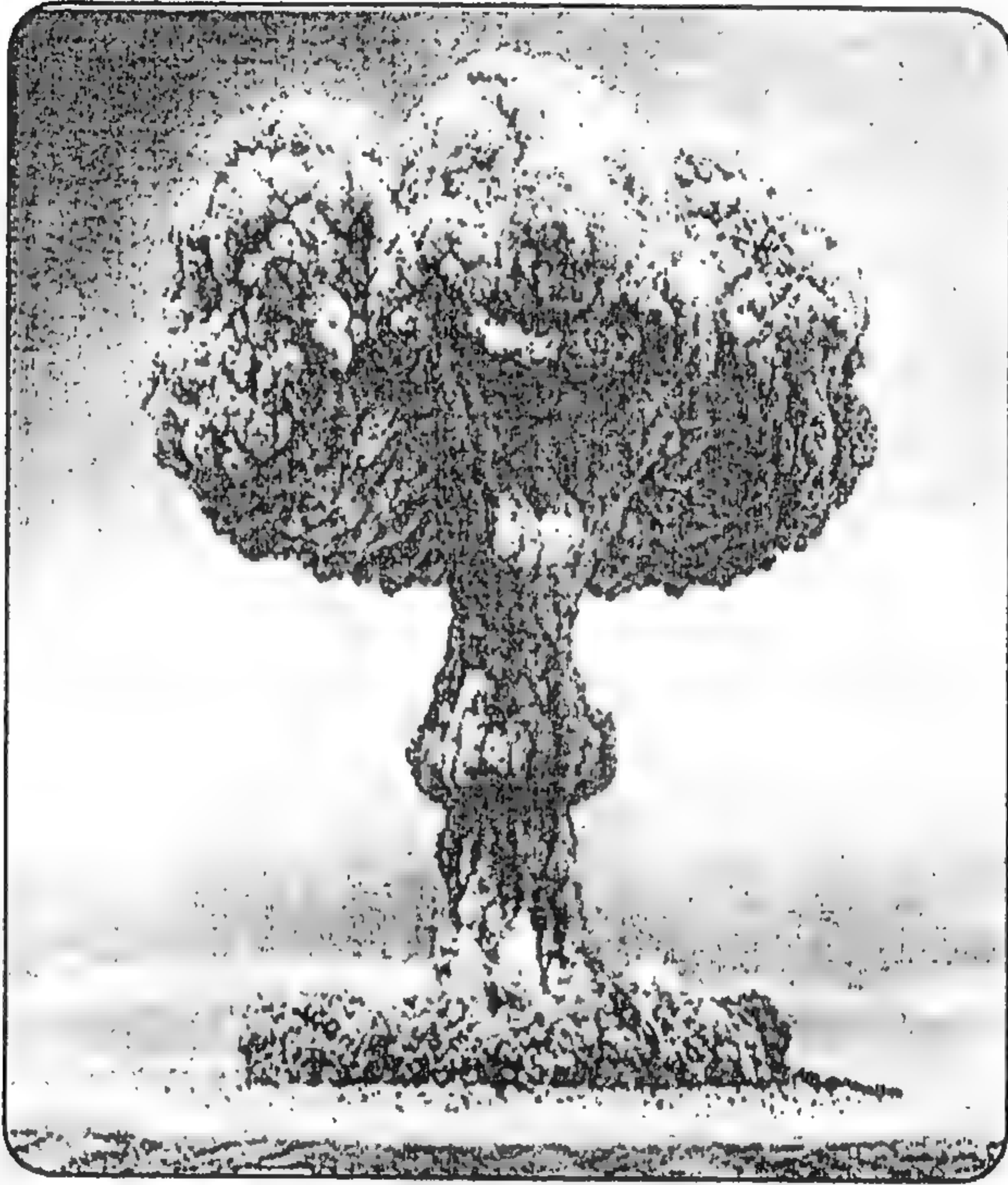
وتتكون أشعة ألفا من جسيمات موجبة الشحنة. وغالبا ما لا يكون لها تأثير خطير على الصحة العامة نظرا لثقلها وانخفاض سرعتها، مما يحد من قدرتها على اختراق الأجسام.

أما أشعة بيتا فهي عبارة عن إلكترونات تسير بسرعة كبيرة تبلغ سرعة الضوء. وهي تستطيع أن تخترق الجسم الحى حتى سنتيمترين، لذا فإن خطرها عليه بالغ خاصة على الجلد. لكن قدرتها على اختراق الأجسام الصلبة قليلة. ولا تنفذ عبر الرصاص بدءا من سمك ٢ ملليمتر.

أما أشعة جاما فهي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية على هيئة فوتونات تسير بسرعة الضوء العادى ولا تتأثر بالمجال الكهربائى أو المغناطيسى حيث أنها لا تحمل شحنات. وهي ذات طول موجى صغير جدا أقل من ١ نانومتر. لذا فإن طاقتها كبيرة وقوة اختراقها عظيمة. مما يجعل خطرها فادحا. وتعمل كل هذه الإشعاعات على حدوث الحروق وفقر الدم والأورام السرطانية. وفي حالة زيادة الإشعاع تحدث الوفاة.

وقد اخترعت القنبلة النووية عام ١٩٤٥م فى الولايات المتحدة الأمريكية بواسطة علماء كبار مثل روبرت أوبنهايمر وإنريكو فيرمى وأرثر كومتونوليو سزىلارد فى ولاية نيومكسيكو بتوجيهات من الرئيس الأمريكى روزفلت فى عام ١٩٣٩م ضمن مشروع سرى أطلقوا عليه اسم مشروع مانهاتن بعد بداية الحرب. وفى أغسطس عام ١٩٤٥م ألقيت أول قنبلة نووية على هيروشيما باليابان وكانت من اليورانيوم ٢٢٥ وقتلت ٨٠ ألف شخص. وألقيت الثانية على نجازاكي وكانت من البلوتونيوم، وقد محت المدينة بأسرها.

هذا وقد طورت القنبلة النووية الآن لتزيد قوتها التدميرية ويقل وزنها بحيث تصبح أكثر كفاءة، مما يمكن من حملها بسهولة على شكل رؤوس نووية بواسطة الصواريخ.



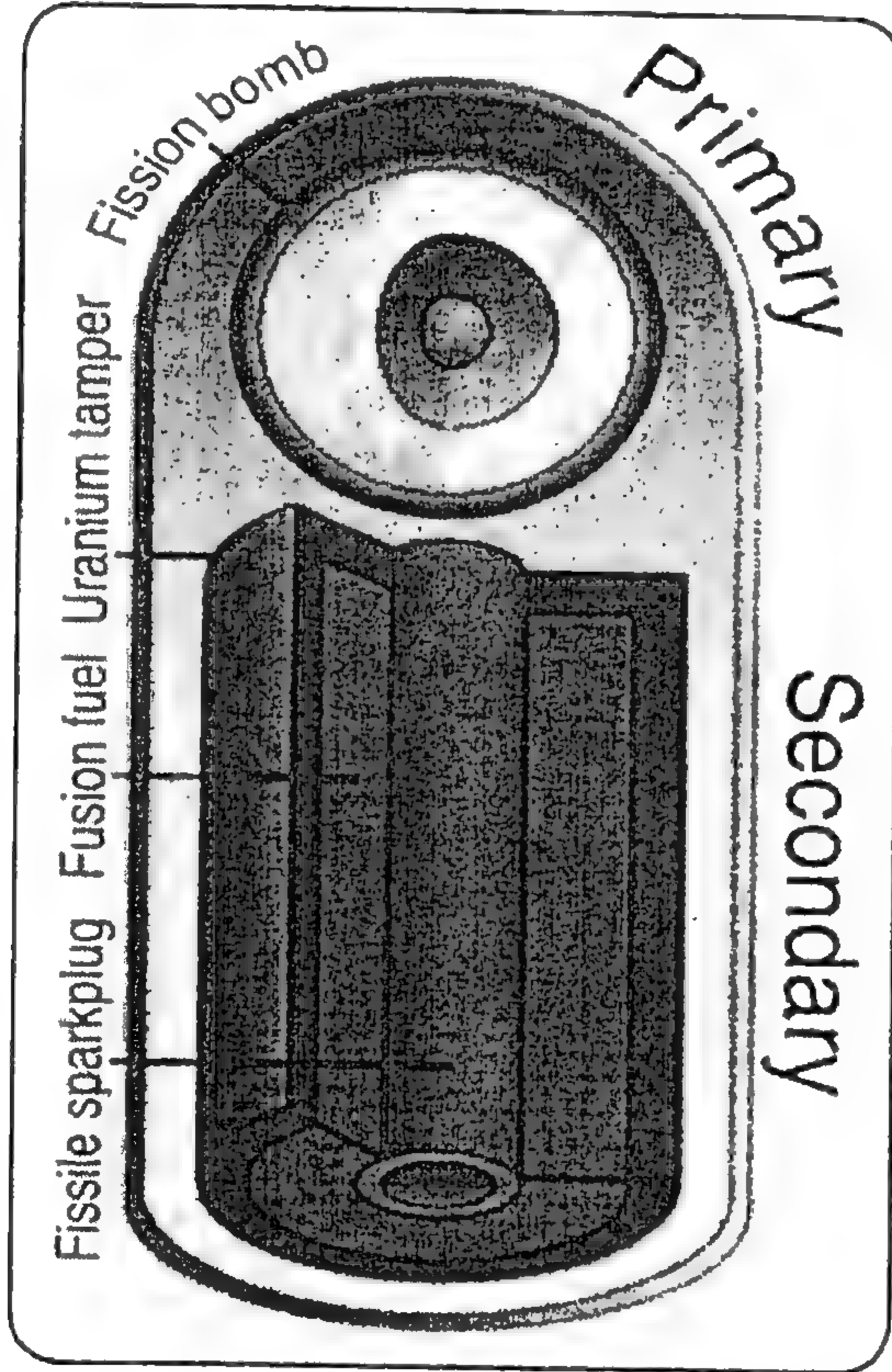
القنبلة النووية أو الذرية لحظة الانفجار

## القنبلة الهيدروجينية

القنبلة الهيدروجينية Hydrogen Bomb وتعرف أيضا بالقنبلة النووية الحرارية Thermonuclear Bomb هي أحد أخطر أنواع الأسلحة النووية، وتعتمد على عملية الاندماج بين أنوية الذرات. وتصنع بواسطة تحفيز الاندماج بين نظيرين كيميائيين لعنصر الهيدروجين هما التريتيوم Tritium والديوتيريوم Deuterium. ويتم هذا الاندماج باستخدام كميات هائلة من الحرارة البالغة الشدة والتي تصل في شدتها إلى حرارة الشمس وذلك من أجل تسريع التفاعل. وينتج عن التفاعل تكون ذرة جديدة هي الهيليوم Helium ونيوترون إضافي. والهيليوم الناتج تقل كتلته عن كتلتى التريتيوم والديوتيريوم الداخلين فى التفاعل. ويشكل فرق الكتلة بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة فى هذا التفاعل الذى يتكرر ملايين المرات نسبة ٤ و ٠.٪ تخرج على هيئة طاقة هائلة، وذلك وفقا لنظرية أينشتاين التى تنص على أن المادة يمكن أن تتحول إلى طاقة. وتقاس قوة القنبلة الهيدروجينية بالميجا طن من مادة ثلاثى نيتروتولوين المشهورة اختصارا باسم ت ن ت. TNT

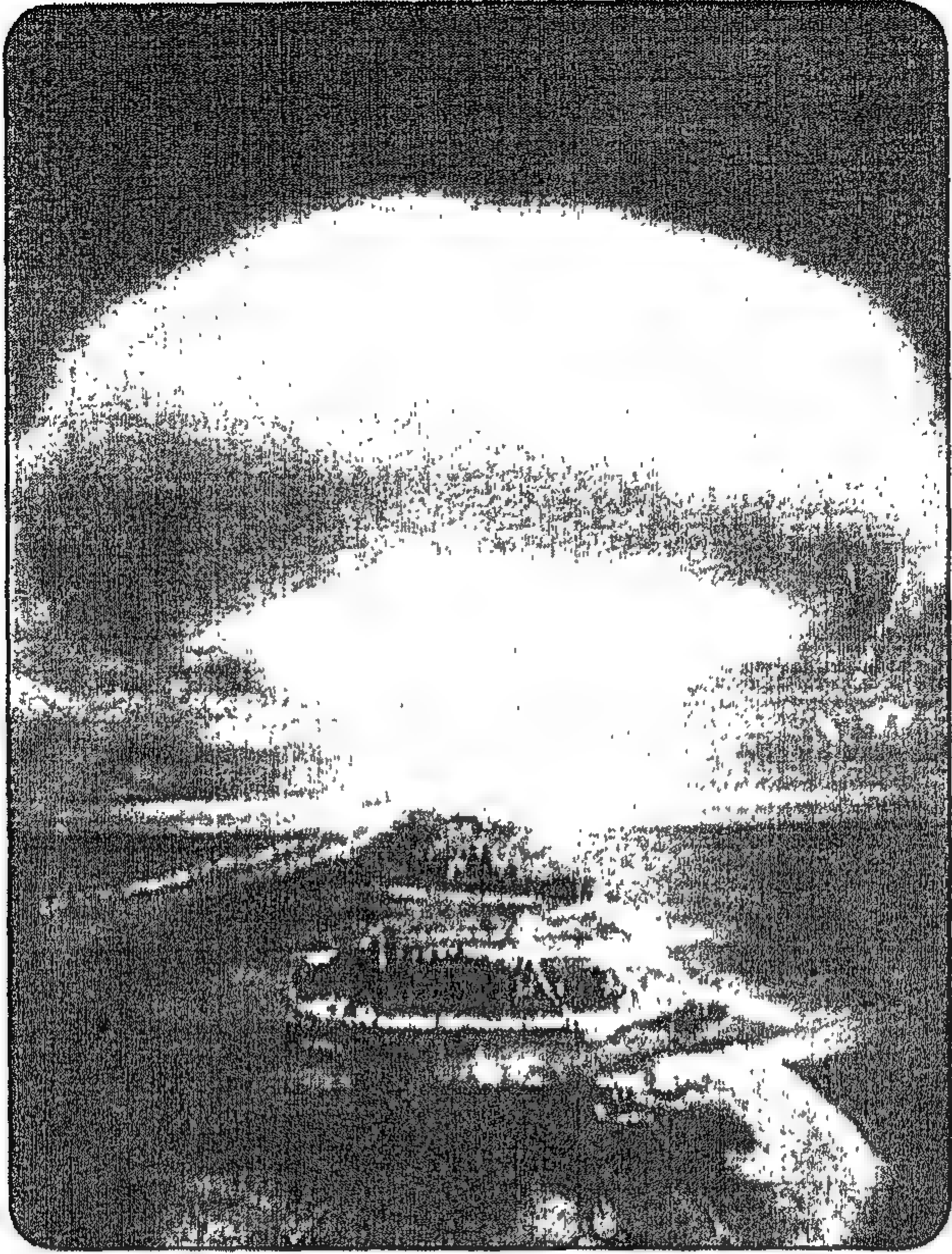
والذى يحدث بالفعل فى حالة القنبلة الهيدروجينية هو استخدام ما قيمته ٢٦،١ كيلوجرام من التريتيوم و ٩١،٠ كيلوجرام من الديوتيريوم وانطلاق قدر من الطاقة يعادل ما ينتج عن انفجار عشرين مليون طن من مادة ثلاثى نيتروتولوين ت ن ت. ويفوق هذا الانفجار للقنبلة الهيدروجينية انفجار القنبلة النووية بنحو يصل إلى خمسين ألف

ضعف. كما ينجم عن انفجار القنبلة الهيدروجينية حرارة شديدة ورياح  
فائقة السرعة وانبعاث هائل لأشعة جاما وهي موجات كهرومغناطيسية  
عبارة عن فوتونات تنتقل على شكل موجات ذات طول موجي صغير  
جدا (أقل من ١ نانومتر).



القنبلة الهيدروجينية أو القنبلة النووية الحرارية





القنبلة الهيدروجينية ... فى لحظة الانفجار

ويرجع اختراع القنبلة الهيدروجينية إلى عام ١٩٥٤م. ومن غير المؤكد تحديد هوية من الذى توصل أولاً إلى اختراعها، هل هو السوفيتى أندريه زخاروف Andrei Sakharov أم هل هما الأمريكان

إدوارد تيلر Edward Teller وستانسلاف أولام Stanislaw Ulam وقد قامت الولايات المتحدة في عام ١٩٥٤م بتفجير أول قنبلة هيدروجينية بلغت قوتها ٢٠٥ ميغا طن بما يعادل ٠٠٩ مليون طن من مادة الـ ت ن ت. وفي عام ١٩٥٥م رد الاتحاد السوفيتي عليها بقنبلة مماثلة أعقبها في عام ١٩٦١م بإجراء اختبار لأكبر قنبلة هيدروجينية صنعت في التاريخ بقوة انفجار تصل إلى ٥٨ ميغا طن بما يعادل ١٥ مليون طن من مادة الـ ت ن ت.

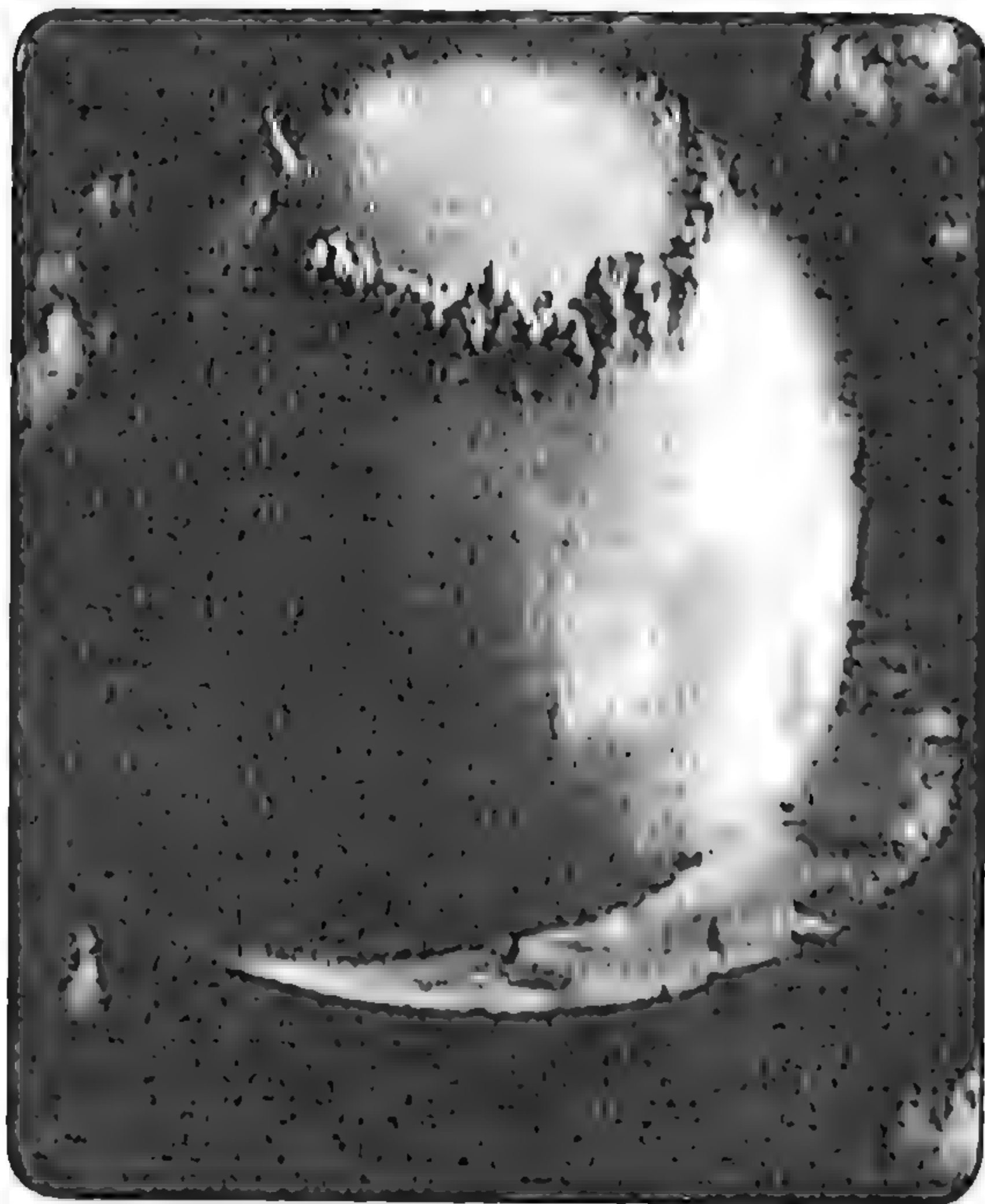
وأخطر تأثير للقنبلة الهيدروجينية هو الغبار الذري ذو النشاط الإشعاعي الذي يتساقط من السحابة القاتلة عند الانفجار والتي تشبه فطر عيش الغراب. وخلال ١٨ ساعة من الانفجار يكون كل من يقطن في نطاق ٢٠٠ كيلومتر منه قد تلقى جرعة مميتة من الإشعاع.

### القنبلة النيوترونية

القنبلة النيوترونية Neutron Bomb هي قنبلة هيدروجينية صغيرة صممت لقتل الأفراد، دون الإضرار بالمباني والمنشآت المجاورة. وبمعنى أوضح فهي صممت لغرض اختراق الأجسام الحية وقتلها على الفور، ومن ثم القضاء على التفوق البشري في دقائق. ويسمونها أحيانا القنبلة النظيفة. ويرجع اختراع هذه القنبلة إلى عالم الفيزياء الأمريكي صامويل كوهين Samuel Cohen. وهي تحدث قدرا هائلا من الإشعاع لكنها تحدث انفجارا بسيطا وحرارة طفيفة، فالقنبلة النيوترونية التي يبلغ وزنها ألف طن تسبب نفس قدر الإشعاع الذي تسببه قنبلة نووية ذات عشرة آلاف طن.



وتحتوى القنبلة النيوترونية بداخلها على وقود من نظائر مشعة مصنعة تعطى نيوترونات بكثافة عالية مثل نظير الكاليفورنيوم ٢٥٢ الذى يعطى قدرا من النيوترونات  $2 \times 10^{10}$  نيوترونا فى الثانية الواحدة لكل جرام من هذا العنصر. ويكون مفعول القنبلة النيوترونية على شكل إشعاع من نيوترونات تخترق الأجسام الحية وتؤدى إلى قتلها فى التو كما تخترق الأجسام غير الحية وتحولها إلى عناصر مشعة شديدة الخطورة.



قنبلة نيوترونية

ويمكن إطلاق هذه القنابل النيوترونية من خلال أسلحة عديدة كالمدافع أو حملها في الصواريخ أو إسقاطها بواسطة الطائرات. وهي تستخدم كصواريخ ضد الجنود الذين يتحصنون داخل الدبابات والعربات المصفحة التي يصعب اختراقها بالأسلحة التقليدية. وبإمكان قذيفة نيوترونية اختراق أكثر الدبابات حصانة بسهولة من على بعد ١٠ كيلومترات. حتى وإن لم تصب القذيفة هدفها فإن انفجارها يولد قدرا هائلا من الإشعاع النووي يقتل خلال ساعات كل من يتعرض له.

### القنبلة الكهرومغناطيسية

The Electromagnetic Bomb القنبلة الكهرومغناطيسية

قنبلة جديدة غير تقليدية، لها العديد من التسميات، فهي القنبلة الإلكترونية (لأن عملها يتلخص في تعطيل الأجهزة والأنظمة الإلكترونية وحسب) والقنبلة الخفية (لأنها لا يمكن أن ترى بالعين أو يسمع لها صوت) والقنبلة النظيفة (لأنها لا تقتل البشر ولا تريق الدماء) والقنبلة القذرة (لأنها تقتل كل من يستخدمون أجهزة الحياة كبطاريات القلب ولأنها تعطل عمل أجهزة المستشفيات والدفاع المدني والمرافق التي لا علاقة لها بالحرب) وقنبلة الفقراء (لأن تكلفة إنتاج القنبلة الواحدة منها لا تزيد عن ٤٠٠ دولار). والطريف أنها قنبلة تعمل بدون صوت ولا دخان ولا رائحة، ولا تخلف أى أثر من الآثار التي تنجم عن أنواع القنابل الأخرى.

وهي نوع من الأسلحة يعتمد على إحداث انفجار كهرومغناطيسى لا يسبب خسائر في الأرواح، لكنه يهدف إلى تعطيل الأجهزة والأنظمة

الإلكترونية وأنظمة الاتصالات والتحكم فى الطائرات والسفن من خلال ما يعرف بالنبضة الكهرومغناطيسية والتي يمكنها التداخل مع الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ونظم التشغيل لإلحاق الضرر بها وإصابتها بالتلف. وعادة ما لا تتجاوز آثارها ١٠ كيلومترات من موقع الانفجار. وهى توجه إلى الدول الصناعية التى تعتمد اعتمادا كبيرا على الإلكترونيات وأجهزة الكمبيوتر فى إدارة شئونها.

وقد ظهرت فكرة القنبلة الكهرومغناطيسية أثناء حدوث بعض التفجيرات التجريبية للأسلحة النووية فى الارتفاعات الشاهقة من الجو، حيث لاحظ العلماء أثناء ذلك حدوث ظاهرة علمية مثيرة أطلقوا عليها التأثير النبضى الكهرومغناطيسى Electromagnetic Pulse (EMP Effect). ومفادها أن هذه التفجيرات تسبب تكون نبضة كهرومغناطيسية هائلة فى وقت لا يتعدى مائة نانو ثانية (النانو ثانية = جزء من ألف مليون جزء من الثانية). وتنطلق هذه النبضة عبر الهواء وعلى خطوط الكهرباء لمسافات طويلة مكونة مجالا كهرومغناطيسيا هائلا وجهدا كهربيا يصل إلى بضعة ملايين فولت حسب بعد المصدر عن الهدف المعرض لهذه النبضة الكهرومغناطيسية، مما يجعل اعتبارها موجة كالصدمة Electromagnetic Shock Wave. ويشبه تأثير هذه الموجة أو الصدمة نفس تأثير البرق أو الصواعق. وهذا يكفى لتعطيل أو إلحاق ضرر بكل الأجهزة الإلكترونية الموجودة فى محيط ١٠ كيلومترات من موقع الانفجار.

وغالبا ما يكون هدف هذه القنبلة هو تدمير كل ما يدار إلكترونيا

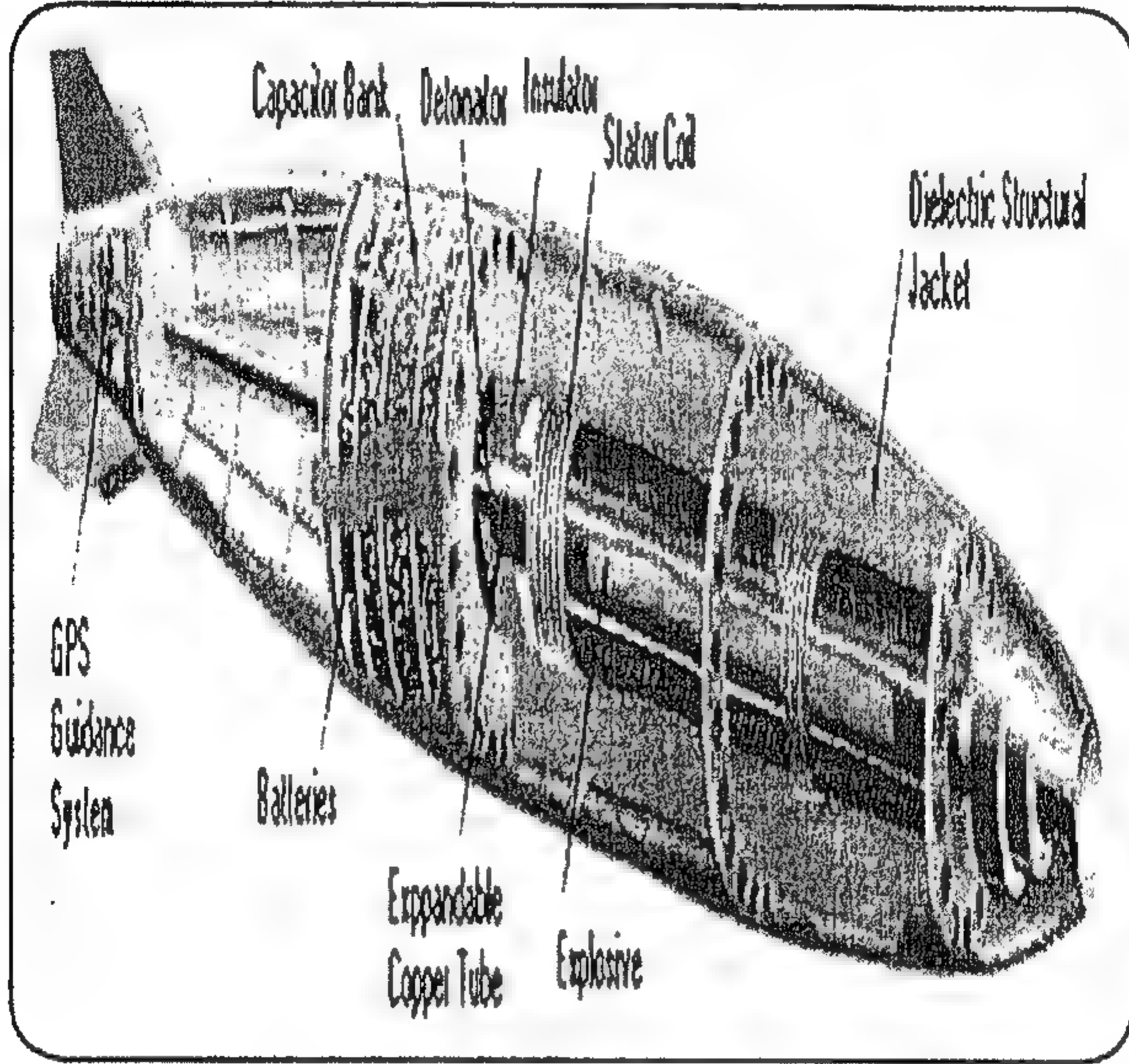
من أجهزة الكمبيوتر وأجهزة الاتصالات وأجهزة العرض وأجهزة التحكم بكل ما فيها من إشارات المرور والقاطرات وأبراج المراقبة الجوية للمطارات والهواتف المحمولة. ومما يمكن من إحكام تدمير هذا الهدف أن جميع مكونات هذه الأجهزة مصنعة من أشباه الموصلات ذات الكثافة العالية من أكاسيد المعادن التي تتميز بحساسية فائقة للجهد الكهربائي العالي، بما يسفر عن انهيار شامل لكل هذه المكونات بواسطة التأثير الحراري للنبضة الكهرومغناطيسية الذي يؤدي إلى انهيار البوابات Gate Breakdown فيها. ولا يشفع لها من تدمير القنبلة الصدمة حتى وسائل العزل والحماية المتمثلة في وضع الدوائر داخل شاسيها معدنية، لأن الكابلات أو الموصلات المعدنية من وإلى الجهاز سوف تعمل كهوائي Antenna يقود هذا الجهد العالي إلى داخل الجهاز. وبذا تصبح جميع عناصر الهدف عرضة كلها للتدمير. وتختلف هذه القنبلة الكهرومغناطيسية عن الأسلحة التقليدية في أن قوة دفعها تعتمد على موجات تنطلق من خلال مولد حراري أو ضوئي أو حتى نووي وليس على تفاعل كيميائي نتيجة لاحتراق البارود. كما أن القذيفة المنطلقة منها ليست رصاصة أو صاروخ، بل هي موجة أو شعاع ينطلق عبر هوائي Antenna. وتصل سرعة القذيفة الموجهة منها إلى ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية، وهي نفس سرعة الضوء. وقد ينتج عن ذلك أن تصل القيمة القصوى للقدرة الكهربائية الناتجة إلى معدلات عالية تحسب بعشرات التيراوات Terawatt ، وتصل شدة التيار الناتج عن هذه التقنية إلى نحو مائة ضعف من قيمة شدة التيار الصاعق الناتج عن البرق (الصاعقة).

وأفضل الأساليب للحماية من خطر القنبلة الكهرومغناطيسية هو وضع الأجهزة اللاسلكية والكهربية المعرضة للخطر فيما يسمى بقفص فاراداي، وهو ببساطة وضع هذه الأجهزة بداخل جدران ومبانٍ تبطن بالواح من مواد موصلة كهربياً مثل النحاس أو الألومنيوم أو الرصاص، من شأنها حجب الموجات الكهرومغناطيسية وربما منعها من العبور إلى هذه الأجهزة. ولتحقيق الحماية الكاملة يجب أن تكون كابلات دخول وخروج الإشارات مصنوعة من الألياف الضوئية التي لا تتأثر بالمجالات الكهرومغناطيسية.

وقد برزت خطورة تأثيرات هذه القنبلة في حرب الخليج الثانية، حيث استخدمتها الولايات المتحدة الأمريكية لأول مرة في الأيام الأولى من الحرب على العراق، كما ذكرت مجلة أخبار الدفاع - News-Defense. وبواسطتها أمكن تدمير البنية الأساسية لمراكز التشغيل وإدارة المعلومات الحيوية مثل الرادارات وأجهزة الإتصال بالأقمار الصناعية وأجهزة الإتصال اللاسلكي وأجهزة الكمبيوتر والميكروويف والإرسال والاستقبال الإذاعي والتليفزيوني.

وبرغم بساطة صنع هذه القنبلة ورخص تكاليفها إلا أن كثيراً من البحوث لازالت تجرى عليها في سرية بالغة من أجل تطويرها ومن أجل إحكام تصويبها للهدف ومن أجل التغلب على العائق الرئيسي في استخدامها، وهو احتمال تعرض المهاجمين أنفسهم للضرر عندما يكونون بالقرب من موقع الهجوم. إذ بسبب القصر الشديد لموجات القنابل الكهرومغناطيسية يصعب توفير الحماية ضدها، لما لها من أثر

سريع جدا لا يتيح حتى للطائرة التي تلقيها فرصة الابتعاد عن تأثيرها بعد انفجارها، فالتأثير يحدث بعد الانفجار خلال جزء من الثانية، وسرعة وصوله للطائرة التي تلقيه أسرع من سرعة الطائرة نفسها مهما كانت سرعتها.



القنبلة الكهرومغناطيسية

ويتنازع الاستمرار في تطوير القنبلة الكهرومغناطيسية فريقان، أحدهما مؤيد والآخر معارض. ويصر أعضاء الفريق المؤيد لذلك على أنها سلاح نظيف يتركز تأثيره على الأجهزة والأنظمة ولا يقتل البشر،



ويقولون أن تعطيل حركة المقاتلين وشعورهم بأنهم عاجزون عن استخدام أية تقنيات ووسائل اتصال ومن ثم استسلامهم هو أفضل بكثير من قتالهم وخوض معارك قد تسبب خسائر تدميرية باهظة. كما أن القنبلة الكهرومغناطيسية يمكن استخدامها ضد من يمتلكون أسلحة دمار شامل ويهددون باستخدامها أو ينوون استخدامها، حيث ستشل القنبلة عمل أجهزة إطلاق تلك الأسلحة. كما يمكن استخدامها ضد اللصوص والإرهابيين من محتجزى الرهائن بشل أسلحتهم وأجهزة الاتصال فيما بينهم. وفي هذه الحالة تعتبر القنبلة الكهرومغناطيسية أفضل بكثير من استخدام أية وسائل أخرى كقنابل الغاز التي لا تبقى ولا تذر.

أما المعارضون لتطوير القنبلة الكهرومغناطيسية فيقولون أن استخدامها سيؤدي لقتل كل من يستخدمون أجهزة تعينهم على الحياة كبطاريات القلب وسيعطل عمل أجهزة المستشفيات والدفاع المدني والمرافق التي لا علاقة لها بالحرب. وهم يرون أن استخدام القنبلة الكهرومغناطيسية يعنى إعادة البشرية عدة قرون إلى الوراء، فهي تعطل بشكل نهائى أجهزة الكمبيوتر والتحكم والمعدات العلمية والسيارات والمصاعد وكل ما تتحكم الأنظمة الإلكترونية فى تشغيله. وهذا يعنى أن المدينة التي تتعرض للقنبلة الكهرومغناطيسية سوف تتحول إلى مدينة بدائية، وعليها أن تبدأ من الصفر.

ومع تعميم هذه القنابل وحصول الدول عليها فإن استخدامها سيكون متاحا لجميع القوى المتحاربة، وسينجم قصف متبادل بها، مما

يعنى القضاء نهائيا على الحضارة الحديثة والعودة بالبشرية إلى عصور الظلام والتخلف. وسيلغى استخدام القنبلة الكهرومغناطيسية بشكل نهائى عامل الردع فى الحروب، إذ سيكون هناك طرف يمتلك القنابل الكهرومغناطيسية ويستخدمها ضد قوات طرف آخر، وبالتالي سيسعى الطرف الآخر إلى امتلاك القنابل نفسها واستخدامها، وهو ما سيجعل الطرفين لا يحسبان حسابا للخسائر البشرية والمادية التى تكون فى النهاية عامل ردع للطرفين عن المضى فى الحرب والبحث عن سبل سلمية للمصالحة ووقف الحرب.

وتعنى بساطة تقنية القنبلة الكهرومغناطيسية ورخص تكاليفها إمكانية حصول المجرمين عليها، وهو ما سيشكل ورقة رابحة ووسيلة ابتزاز بيد هؤلاء.

ويدعم رأى المعارضين لتطوير القنبلة الكهرومغناطيسية ما تؤكد لها من تأثيرات خطيرة. إذ لما تحظى به من طاقة كهرومغناطيسية هائلة فإن تأثيرها على الجسم يكون بالغ الخطورة فى إصابة أعضاء منه كالمخ والغدد التناسلية وحدوث إصابات جلدية ونزيف فى العين وأمراض سرطانية كثيرة واكتئاب واضطرابات فى الذاكرة والجهاز العصبى.



(٥)

## الحلول المقترحة لتجنب التلوث الإلكتروني

من الحلول المقترحة لتجنب التلوث الإلكتروني والوقاية منه أو علاج آثاره المؤذية:

- تجنب كل مصادر التلوث الإلكتروني، خاصة التعرض للموجات الكهرومغناطيسية الصادرة من شبكات الضغط العالي التي تقوم بنقل الطاقة الكهربائية بما تتضمن من محطات قوى وتقوية ومحولات ومحركات ومولدات للقدرات العالية الموجودة في المصانع وأجهزة الإرسال أو البث الإذاعي والتليفزيوني ومحطات إعادة البث سواء على الأرض أو في الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء وأجهزة الرادار وأجهزة الكمبيوتر والأجهزة الكهربائية المنزلية كأجهزة المذياع والتليفزيون والتكييف والثلاجة والديب فريزر وغسالة الملابس وغسالة الأطباق والسخان والمكيف والمروحة

ومجفف الشعر وماكينة الخلاقة الكهربائية وغلاية الشاي الكهربائية والخلط والكبة والعجان ومضرب البيض والتوستر وفرن الطهي الكهربائي وفرن الميكروويف والجرس الكهربائي والبطانية الكهربائية وأجهزة التليفون الثابت والمحمول ومحطات أو أبراج التليفون المحمول والأجهزة المستخدمة للأغراض الطبية كأجهزة معاملة التحاليل الطبية والمسح الذري وأشعة الموجات القصيرة أو الميكروويف وأشعة الليزر والأشعة السينية أو أشعة إكس أو أشعة رونتجن وأشعة جاما.

• تجنب الإقامة والجلوس لفترات طويلة بالقرب من أماكن استقبال الإشعاعات الصادرة من الأجهزة الكهربائية.

• الحرص على إخلاء البيت وخاصة غرف النوم من مصادر الموجات الكهرومغناطيسية، وذلك بتقليل كل أسلاك الأجهزة الكهربائية فيها وإزالة كل ما يمكن أن نستغنى عنه من تلك الأسلاك والأجهزة، وإبعاد كل أجهزة التليفزيون والراديو والتليفون المحمول عن غرف النوم بالذات.

• تجنب الاستخدام الدائم لفرن الميكروويف في طهي وإعداد الطعام وتجنب تناول المستمر للأطعمة المطهية فيه.

• للتغلب على خطورة المجالات الكهرومغناطيسية المنبعثة من أجهزة الكمبيوتر ينصح العلماء باستخدام شاشات عالية الجودة وذات مقاس لا يقل عن ١٥ درجة، وأن يجلس الإنسان على بعد ٥٠ سنتيمترا على الأقل من شاشة الكمبيوتر،

مع تركيب مرشحات (فلتر) للشاشة توصل بسلك أرضي لتقليل شدة المجال المنبعث عنها.

• تقليل المخاطر والأضرار الناجمة عن الشحنات الزائدة من الكهرباء والأجهزة الكهربائية، وذلك من خلال السير على الأرض أطول فترة ممكنة لأن الأرض سالبة الشحنات وتقوم بسحب الشحنات الموجبة من الجسم.

• استخدام الوسائل التقنية في الحد من الإشعاعات مثل ساعات تيسلار Teslar Watches والتي سميت نسبة إلى مخترعها المهندس الفيزيائي الصربي الأمريكي نيكولا تيسلا Nikola Tesla. وهي عبارة عن ساعة يد توضع في المعصم الأيسر لتكون أقرب إلى القلب، ومن ثم يمكنها التقاط النبض بوضوح ومعادلة الموجات الكهرومغناطيسية التي يستقبلها الجسم.

• التخلص الآمن من النفايات الإلكترونية للأجهزة الكهربائية خاصة الكومبيوتر والتلفزيون، من خلال عمليات التدوير لمكوناتها أو إيجاد آليات فنية لإعدامها بحيث لا تضر البيئة. إذ أن بعض مكوناتها كشاشة الكومبيوتر أو التلفزيون تعد من أخطر المكونات على البيئة، فهي عبارة عن أنبوبة لأشعة الكاثود Tube Cathod Ray تحتوي على عدة مواد ضارة إذا ما تم استنشاق الغبار الناتج عن كسرها، كالرصاص المكون لها والباريوم الموجود عليها لحماية المستخدم من إشعاع



والفوسفور الذى تطلّى به لإضاءتها والكاديوم الموجود في الرقائق والمقاومات والبطاريات والزنّبق الموجود في المفاتيح الفاصلة في الدوائر الكهربائية Circuit Breakers. وتسبب البطاريات بالذات أخطارا بالغة للبيئة، خاصة تلك الأنواع المصنعة من النيكل والكاديوم والنيكل ميتل هيدريد وهي توجد بكثرة في أجهزة الكمبيوتر المحمولة.

• تجنب مصادر الشقوق الحرة المؤكسدة Oxidative Free Radicals الناجمة عن التعرض للعادم والدخان ودخان السجائر والتلوث بالمعادن الثقيلة كالزنّبق والكاديوم والرصاص والمبيدات ومخلفات المصانع وكثير من الكيماويات الأخرى والتعرض للإشعاع خاصة الأشعة فوق البنفسجية للشمس والأشعة السينية والموجات الكهرومغناطيسية.

• الحرص على تجنب تناول الأغذية التي تعد من مصادر الشقوق الحرة المؤكسدة كالدهون والزيوت التي يمكن أن تكون الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة فيها قد حدث لها أكسدة نتيجة لتفاعل ذرات أكسجين الهواء الشاردة معها مما يؤدي إلى تغير طعمها ولونها ورائحتها فيما يعرف بالتزنخ.

• الحرص على تناول الأغذية التي تحتوي على مضادات الأكسدة Antioxidants والتي تتمثل في الفيتامينات مثل البيتاكاروتين (A) وحامض الأسكوربيك (C) والتوكوفيرول (E) والحامض الأميني السيستين Cysteine والمعادن مثل

الماغنسيوم والزنك والسلينيوم والنحاس والمنجنيز، حيث  
تقى كلها الجسم من إيذاء الشوارد الحرة للأنسجة السليمة،  
وذلك بارتباطها بها من خلال منحها الإلكترون التي تبحث  
عنه، فتوقف تأثيرها الخطير بمعادلة ما تحدثه من خلل في خلايا  
الجسم خاصة مادتها الوراثية المتمثلة في الحامض النووي د ن  
أ DNA. وباختصار فإن مضادات الأكسدة هي بمثابة نظام  
دفاعي ضد الأكسدة التي تسببها ذرات الأكسجين الشاردة  
لحماية الخلايا من أضرارها.



ملحق  
مصطلحات إلكترونية

---



## الذرة

الذرة Atom هي وحدة من وحدات عديدة متشابهة ومتناهية الصغر، ويشكل مجموعها تركيب المادة. وعلى ذلك فكل المواد تتكون من ذرات. وتتكون الذرة من منطقة كثيفة في وسطها تشكل نحو ٩٩.٩٪ من كتلة الذرة تعرف بالنواة Nucleus وتحتوى على بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات متعادلة الشحنة. وتحيط بالنواة مجموعة من الإلكترونات تقع في مستويات مختلفة من الطاقة. ويساوى عدد الإلكترونات في أى ذرة عدد البروتونات. لذا فإن الذرة متعادلة كهربيا.

## الإلكترونات

الإلكترونات Electrons هي جسيمات سالبة الشحنة تحيط بنواة الذرة وتتحرك بسرعة كبيرة جدا في مستويات مختلفة حولها تعرف بمستويات الطاقة. وكتلة الإلكترون ضئيلة جدا إلى حد أنها تبلغ  $9 \times 10^{-31}$  وحدة كتلة ذرية. والإلكترونات هي التي تشارك في التفاعلات الكيميائية والتي تربط الذرات بعضها البعض لتكون الجزيء.



وهي تدور حول النواة في مدار واحد أو أكثر. ويكون المدار الداخلي كاملاً عندما يحتوى على إلكترونين، ثم تبدأ الإلكترونات في اكتمال عددها في المدار الثاني الذي يكتمل عندما يحتوى على ثمانية إلكترونات.

ويعد عدد الإلكترونات في المدار الخارجي للذرة أهم صفة بنائية تحدد سلوكها الكيميائي. والذرة التي لها عدد إلكترونات كامل في المدار الخارجي تكون مستقرة أو متعادلة ولا تدخل في التفاعلات الكيميائية لأن الذرات تسعى على الدوام للبحث عن الاستقرار. وتحاول الذرات استكمال مدارها الخارجي إذا كان عدد الإلكترونات فيه ناقصاً أو فقد إلكترونات. وهي تفعل ذلك بمشاركة الإلكترونات مع ذرات أخرى لترتبط معها وتصبح متعادلة ومستقرة.

### البروتونات

البروتونات Protons هي جسيمات موجبة الشحنة بداخل نواة الذرة. وعددها في كل ذرة يساوي عدد الإلكترونات. وتبلغ كتلة البروتون وحدة كتلة ذرية واحدة وهي تساوي نفس كتلة النيوترون. وتزيد هذه الكتلة عن كتلة الإلكترون بعدد 1836 مرة.

### النيوترونات

النيوترونات Neutrons هي جسيمات متعادلة الشحنة بداخل نواة الذرة، أي لا تحمل أية شحنات كهربائية. وهي تعمل على تأين المادة والأنسجة. ويمكن لها أن تنتج داخل المفاعلات الذرية نتيجة لانحطاط أنوية ذرات اليورانيوم. إذ يتكون عندئذٍ نواتان أصغر وينطلق نتيجة

لذلك عدد من النيوترونات. وعند اصطدام هذه النيوترونات بأنوية ذرات يورانيوم أخرى فإنها تؤدي إلى انشطارها وانطلاق نيوترونات أخرى جديدة تعيد نفس الكرة.

### الأيونات

الأيون Ion هو كل ذرة فقدت أو اكتسبت إلكترون أو أكثر. وعند الفقد يكون عدد البروتونات أكبر من عدد الإلكترونات، وتصبح بذلك شاردة أو أيون موجب يسمى كاتيون مثل كاتيون الصوديوم  $\text{Na}^+$ . أما عند الاكتساب فيكون عدد الإلكترونات أكبر من عدد البروتونات، وتصبح بذلك شاردة أو أيون سالب يسمى أنيون مثل أنيون الكلور  $\text{Cl}^-$ .

### النظائر

يكمن الاختلاف بين عنصر كيميائي وآخر في عدد البروتونات أو الإلكترونات. أما عدد النيوترونات فيختلف حتى في ذرات العنصر الواحد، ويشكل ما يعرف بنظائر العنصر Isotopes. وقد يصل عدد النظائر في العنصر الواحد إلى خمسين نظيرا.

### النظائر المشعة

غالبا ما تكون أنوية العناصر الكيميائية ثابتة ولا تتفكك. لكن بعضها يكون قابلا للتفكك. وتكون أنوية النظائر القابلة للتفكك نشطة إشعاعيا Radioactive، أي تتفكك أنوية النظائر تلقائيا إلى أنوية أصغر أقل طاقة. وفي ذلك تصدر إشعاعات على هيئة جسيمات ألفا أو بيتا. لذا فإنها تسمى بالنظائر المشعة Radioactive Isotopes.

## العدد الذرى

العدد الذرى Atomic Number هو عدد البروتونات فى الذرة. وهذا العدد ثابت لا يتغير فى كل أنوية ذرات العنصر الواحد، فى حين يتغير عدد الكتلة فى أنوية ذرات العنصر الواحد نظرا لتغير عدد النيوترونات.

## عدد الكتلة

عدد الكتلة Mass Number هو عدد البروتونات والنيوترونات المكونة لنواة الذرة. ويساوى عدد الكتلة كتلة النواة. وبالنظر إلى كتلة الإلكترون الضئيلة جدا فإن عدد الكتلة يساوى تقريبا كتلة الذرة.

## الموجات الكهرومغناطيسية

الموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic Waves هى شلال من الطاقة التى تمر فى مسار يحوى مجالين أحدهما كهربى والآخر مغناطيسى ولكل منهما طاقة معينة. وتتراوح الطاقة الكهرومغناطيسية بين هذين المجالين بشكل متعاكس (زيادة ونقصانا)، أى عندما تزيد شدة أحدهما تنقص شدة الآخر. ويعرف التغير بينهما بالتردد Frequency. وهذا يعنى أن التردد هو عدد المرات فى الثانية التى تتغير بها الطاقة فى المجالين من أقصى قيمة لها حتى تعود إلى نفس القيمة. وهو يقاس بالهرتز Hertz، ويرمز له بالرمز Hz.

وتنبعث المجالات الكهرومغناطيسية من شبكات الضغط العالى التى تقوم بنقل الطاقة الكهربائية بما تتضمن من محطات قوى وتقوية ومحولات ومحركات ومولدات القدرات العالية الموجودة فى المصانع

وأجهزة الإرسال أو البث الإذاعي والتليفزيونى ومحطات إعادة البث سواء على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء وأجهزة الرادار وأجهزة الكمبيوتر والأجهزة الكهربائية المنزلية كأجهزة المذياع والتليفزيون والتكييف والثلاجة والديب فريزر وغسالة الملابس وغسالة الأطباق والسخان والمكيف والمروحة ومجفف الشعر وماكينة الحلاقة الكهربائية وغلاية الشاى الكهربائية والمخلوط والكبة والعجان ومضرب البيض والتوستر وفرن الطهى الكهربائى وفرن الميكروويف والبطانية الكهربائية والجرس الكهربائى والألعاب الإلكترونية للأطفال والكبار وأجهزة التليفون الثابت والأجهزة المستخدمة للأغراض الطبية كأجهزة معاملى التحاليل الطبية والمسح الذرى وأجهزة التليفون المحمول ومحطات أو أبراج التليفون المحمول والميكروويف أو الموجات القصيرة وأشعة الليزر والأشعة السينية أو أشعة إكس أو أشعة رونتجن وأشعة جاما والأشعة الكونية والأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء. ومن مجموع هذه الموجات يتشكل ما يعرف بالطيف الكهرومغناطيسى Electromagnetic Spectrum.

### الأشعة المؤينة والأشعة غير المؤينة

يمتلىء الجو بالموجات الكهرومغناطيسية التى تبث فيه قدرا كبيرا من الطاقة. وطبقا للطاقة المنبعثة من هذه الموجات فإنها تنقسم إلى أشعة مؤينة Ionizing Rays وأخرى غير مؤينة Nonionizing Rays. والأشعة المؤينة وهى أشعة ذات طاقة كبيرة تستطيع تأيين

المادة أى تحولها إلى جسيمات مشحونة مثل الأشعة السينية وأشعة ألفا وأشعة بيتا وأشعة جاما والضوء غير المرئى، وبمعنى آخر أنها تعمل على تأيين ذرات الوسط الموجودة فيه، أى تعطيها طاقة تكفى لأن تفقد ذراتها بعض إلكتروناتها لتصبح أيونات موجبة. أما الأشعة غير المؤينة فهى أشعة ذات طاقة ضعيفة نسبيا بحيث لا تستطيع تكسير الروابط بين مكونات المادة مثل موجات البث الإذاعى والتليفزيونى وموجات الرادار وموجات الميكروويف والموجات اللاسلكية الناجمة عن التليفون المحمول وأبراج تقوية التليفون المحمول والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئى.

#### أشعة ألفا

أشعة ألفا  $\alpha$  Rays هي جسيمات موجبة الشحنة. وسرعتها قليلة لا تتعدى ٢٠ ألف كيلومتر فى الثانية. ولها قدرة ضعيفة على اختراق الأنسجة الحية وغير الحية نظرا لما لها من كتلة وحجم كبيرين يجعلانها تصطدم بسهولة بالذرات التى تصادفها. وبعد كل اصطدام تفقد جزءا من طاقتها حتى تتوقف تماما. وغالبا ما لا يكون لها تأثير خطير على الصحة العامة نظرا لثقلها وانخفاض سرعتها مما يحد من قدرتها على اختراق الأجسام. لكن إذا حدث أن كان اصطدام هذه الأشعة بالإلكترونات المدارية فإنها يمكن أن تنزع من الذرة وتقوم بدورها بتأيينها. لذا فإن لهذه الأشعة قدرة تأيينية عالية تجعلها شديدة الضرر بالخلايا الحية إذا ما لامستها.

## أشعة بيتا

أشعة بيتا Beta ( $\beta$ ) Rays عبارة عن إلكترونات أو بوزيترونات (جسيمات مساوية في كتلتها للإلكترونات لكنها موجبة الشحنة). وعلى ذلك فإنها تحمل إما شحنة كهربائية سالبة أو موجبة. وهي تسير بسرعة كبيرة تبلغ سرعة الضوء وهي أيضا أخف وزنا وأقل قدرا من أشعة ألفا. لذا فإن قدرتها على النفاذ داخل الأنسجة الحية أعلى وتستطيع أن تخترق الجسم الحي حتى سنتيمترين، لذا فإن خطرها عليه بالغ خاصة على الجلد. كما تحدث في الجسم حروقا وفقر دم وأوراما سرطانية. وفي حالة زيادة جرعتها تحدث الوفاة. لكن قدرتها على اختراق الأجسام الصلبة قليلة. ولا تنفذ عبر الرصاص بدءا من سمك ٢ ملليمتر.

## أشعة جاما

أشعة جاما Gamma ( $\delta$ ) Rays هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية على هيئة فوتونات تسير بسرعة الضوء العادي أي بسرعة ٣٠٠ ألف كيلومتر/الثانية. ولا تتأثر بالمجال الكهربائي أو المغناطيسي حيث أنها لا تحمل شحنات. ولأنها غير مشحونة فإنها تؤين المادة بطرد الإلكترونات منها. لكن قدرتها تلك ضعيفة وتقل عن قدرة أشعة بيتا بمعدل ١٠٠ مرة. وهي ذات طول موجي صغير جدا أقل من ١ نانومتر. لذا فإن طاقتها كبيرة وقوة اختراقها للمادة والأنسجة الحية عظيمة، مما يجعل خطرها فادحا. وهي مثل أشعة بيتا تحدث في الجسم حروقا وفقر دم وأوراما سرطانية. وفي حالة زيادة جرعتها تحدث الوفاة.



## الأشعة الكونية

الأشعة الكونية Cosmic Rays عبارة عن جسيمات مادية نووية أصغر من الذرة وذات طاقة عالية تصل إلى ١٨١٠ إلكترون فولت. وهي أشعة كهرومغناطيسية تتحرك في الفضاء في مسارات محاذية لخطوط المجال المغناطيسى للأرض. ويجدر بالذكر أن ٩٠٪ منها عبارة عن بروتونات و ٩٪ منها عبارة عن جسيمات ألفا (أى أنوية ذرات هيليوم) و ١٪ جسيمات بيتا (إلكترونات).

وترد هذه الأشعة إلى الأرض من الفضاء الخارجى بطاقة هائلة تمكنها من اختراق ثخانات كبيرة من المادة. وتسمى أولية عند دخولها جو الأرض، وثانوية بعد أن تقوم بالتفاعل معه.

وهى تأتى من النتوءات التى تبرز من قرص الشمس وتعرف بالرياح والعواصف الشمسية وتبلغ سرعتها ٦٠.٠٠٠ كيلومترا فى الجزء الواحد من الثانية، ومن ثقوب سوداء Black Holes عملاقة فى وسط المجرات القريبة من الأرض. وفى انهمار هذه الأشعة من الفضاء على الأرض تصطدم بأعلى الغلاف الجوى، فيقوم هذا الغلاف بحماية الأرض من خطرهما.

وتتواجد هذه الأشعة الكونية فى الكون باستمرار منذ بدء الخليقة على الأرض، وبقدر قليل لا يهدد الحياة على سطح الأرض برغم الطاقة الهائلة (١٨١٠ إلكترون فولت) التى تحملها جسيمات الأشعة الكونية والتى تمكنها من اختراق جسم الإنسان بسهولة. لكن يكمن الخوف من تأثير هذه الأشعة فى طبقات الجو العليا. وبازدياد الارتفاع فى

الجو يزداد خطرها. لذا يخشى على الطيارين ورواد الفضاء من كثرة تعرضهم لها، وإصابتهم بالطفرات الوراثية. ويحذر علماء الوراثة من تأثير هذه الأشعة على الكروموسومات عند المدارات المنخفضة نسبيا أى على ارتفاع ٥٠٠ كيلومتر من سطح الأرض، مما يزيد من فرص الإصابة بمرض السرطان.

### أشعة الشمس

أشعة الشمس Sun Rays هي خليط من أشعة مرئية وأخرى غير مرئية. وتنطلق على شكل موجات كهرومغناطيسية قصيرة جدا بأكبر سرعة في الوجود وهي سرعة الضوء (٣٠٠ ألف كيلومتر فى الثانية). والأشعة المرئية هي الطيف ذاته أو قل هي الضوء الذى يتكون من سبعة ألوان: البنفسجى والأزرق والأحمر والأصفر والبرتقالى والأخضر والنيلى، تمتزج مع بعضها البعض معطية اللون الأبيض، ويطلق عليها ألوان الطيف. وأكبر قدر ترسله الشمس من طاقة الضوء للأشعة المرئية يكون على هيئة اللون الأزرق الذى يكون ما تعارفنا على تسميته حين ننظر إلى السماء بالقبة السماوية الزرقاء. ويتغير اللون الأزرق فى ساعات الشفق (عند الشروق) والغسق (عند الغروب) إلى اللون الأصفر أو الأحمر لأن الشمس حين تكون قريبة من خط الأفق فى تلك الساعات تمر الأشعة الصادرة منها بأقصى قدر فى الطبقات السطحية التى يعلق بها الغبار وبخار الماء. فتعطي اللون المعروف لكل من الشفق والغسق. أما ضوء النهار العادى فينتج من تشتت ضوء الشمس فى الغلاف الجوى. ولغلبة اللون الأزرق على الضوء حكمة

عظيمة. إذ أنه أساسى لعملية البناء الضوئى التى يقوم بها النبات حيث  
يتمص الكلوروفيل هذا الضوء الأزرق فيساعد النبات فى تصنيع غذائه.  
كما أن الضوء الأحمر يستغله الكلوروفيل لبناء الكربوهيدرات وتلوين  
الأزهار والثمار بعد نضجها.

أما الأشعة غير المرئية من أشعة الشمس فهى عبارة عن نوعين هما:  
الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية.

### الأشعة تحت الحمراء

الأشعة تحت الحمراء Infra-Red Rays هى أشعة غير مرئية  
تشكل ١٪ من أشعة الشمس، والباقي ٩٩٪ هو مجموع الأشعة المرئية  
والأشعة فوق البنفسجية غير المرئية. ويبلغ الطول الموجى للأشعة تحت  
الحمراء نحو ٧٥٠ و١٠٠٠ ميكرون. وهذه الأشعة ذات طاقة حرارية تشكل  
القدر الأكبر من طاقة الشمس. وتمتص كلها عند سطح الأرض. لكن  
جزءاً منها ينعكس إلى الجو. لذا فهذه الأشعة هى المسئولة عن إحداث  
التوازن فى درجة الحرارة بين الأرض وجوها. وتعتمد قدرة هذه الأشعة  
الواردة من الشمس إلى سطح الأرض على خط العرض، فأقل قدر يرد  
منها عند القطبين الجنوبي والشمالي وأكبر قدر يكون عند خط الاستواء.  
ويذهب جزء من طاقة هذه الأشعة حين ترد إلى سطح الأرض  
لتبخير الماء وتحويله إلى بخار يتصاعد إلى الجو. ويظل فى الجو محتفظاً  
بالحرارة الكامنة فيه حتى يتكثف وتنطلق منه هذه الحرارة فيتحول إلى  
سحب. وبذا تكتسب الطبقات العليا جزءاً من حرارة الشمس بطريق  
غير مباشر. وتنتقل هذه الطاقة من الطبقات العليا إلى الأرض بواسطة  
الرياح مما يؤثر بالإيجاب أو السلب على المحاصيل الزراعية.

## الأشعة فوق البنفسجية

الأشعة فوق البنفسجية Ultra - Violet Rays هي أشعة غير مرئية من أشعة الشمس. وموجاتها من أقصر الموجات الموجودة في هذه الأشعة. إذ يقل طولها عن ٣٩٠. ميكرون (المليمتر = ألف ميكرون). وبالفعل ينحصر الطول الموجي لها بين ٢٠٠ - ٤٠٠ نانومتر (المتر = بليون نانومتر).

ويمتص الأوزون المنتشر في طبقات الجو العليا أكبر قدر منها. فلا يصل منها إلى الأرض إلا قدر يسير لا يزيد عن ١٢٪. والجزء الذي يمتصه الأوزون من هذه الأشعة لو قدر له أن ينفذ كما هو إلى الأرض لقتل الحياة البشرية بأسرها. وقدر بسيط منه يسبب حدوث السرطان. كما يحدث آثارا مدمرة للطبيعة. وحتى التعرض الطويل للقدر اليسير الذي ينفذ من هذه الأشعة (١٢٪) بعد امتصاص الأوزون للقدر الأكبر منها يسبب ضررا للكائن الحي على النحو المذكور آنفا.

وهذه النسبة التي تنفذ من الأشعة فوق البنفسجية هي الملائمة للحياة على الأرض. ولو قل وجود الأوزون في طبقات الغلاف الجوى أوزاد عن ذلك لحدثت كارثة. إذ لو قل لزادت الأشعة فوق البنفسجية عن معدلها اللازم وفتكت بالكائنات الحية بما فيها الإنسان بل وبالحياة عموما. ولو زاد قدر الأوزون في طبقات الغلاف الجوى عن القدر الذي يسمح بمرور قدر الأشعة فوق البنفسجية المذكور لما نفذت الكمية الكافية من الأشعة فوق البنفسجية اللازمة لاستمرار الحياة.

ومن المعروف أن التعرض الطويل لأشعة الشمس يؤدي إلى حدوث

ما يسمى بضربة الشمس والتي تقضى أحيانا إلى الموت. ويعزى هذا الضرر إلى اشتغال أشعة الشمس على الأشعة فوق البنفسجية. وإذا استخدمت هذه الأشعة تحت إشراف طبيب فإنها تؤدي إلى فوائد صحية جمّة بسبب تفاعلها مع الدهون الموجودة تحت الجلد وتكوين فيتامين د (D) الذي يعمل على نمو العظام. كما أن هذه الأشعة هي المسئولة عن اللون البرونزي للجلد المعرض لحمامات الشمس. وهي تعمل أيضا على تنشيط وظائف الجلد والدم والغدد الصماء والأعصاب. لكنها إن لم تستعمل على الوجه الصحيح أو زادت عن الحد المسموح به فإنها تؤذي العيون وتسبب حرق الجلد.

### كثافة الطاقة

كثافة الطاقة Power Density هي كمية الطاقة التي تصل إلى جسم الإنسان والناجمة عن تأثير المجالات الكهرومغناطيسية. وتقاس بوحدة ميللي وات/ سنتيمتر مربع أو فولت/ متر.

### معدل الامتصاص النوعي

معدل الامتصاص النوعي Specific Absorption Rate هو كمية الطاقة الممتصة بواسطة جسم الإنسان لموجات الراديو. وتتميز هذه الطاقة الممتصة بصفة التراكم داخل الجسم مع مرور الوقت. وهذا ما يجعل تأثيرها ضارا عند وقت معين. وتحدد منظمة الصحة العالمية الحد الأقصى لمعدل الامتصاص 0.8 و. وات/ كيلوجرام من وزن الجسم. وتعد هذه القيمة هي حد الأمان أو الجرعة المسموح بها. وإن جاز التعبير فهي درجة التلوث المسموح بها.

## التأثير النبضي الكهرومغناطيسي

Electromagnetic Pulse التأثير النبضي الكهرومغناطيسي (EMP) هو ما ينجم عن التفجيرات النووية ويسبب تكون نبضة كهرومغناطيسية هائلة في وقت لا يتعدى مائة نانو ثانية (النانو ثانية = جزء من ألف مليون جزء من الثانية). وتنطلق هذه النبضة عبر الهواء وعلى خطوط الكهرباء لمسافات طويلة مكونة مجالا كهرومغناطيسيا هائلا وجهدا كهربيا يصل إلى بضعة ملايين فولت حسب بعد المصدر عن الهدف المعرض لهذه النبضة الكهرومغناطيسية، مما يجعل اعتبارها موجة كالصدمة Electromagnetic Shock Wave. ويشبه تأثير هذه الموجة أو الصدمة نفس تأثير البرق أو الصواعق. وهذا يكفي لتعطيل أو إلحاق ضرر بالإجهزة الإلكترونية لعدد من الأميال من مكان الانفجار.

## الشوارد الحرة

الشوارد الحرة Free Radicals هي عبارة عن ذرات أو جزيئات فقدت إلكترونات من محيطها الخارجي مما يجعلها غير مستقرة. ولما كانت تميل بطبيعتها للاستقرار وتحتوى على عدد زوجي من الشحنات الكهربائية فهي غالبا ما تسعى لاستكمال ذلك الإلكترون من ذرات وجزيئات خلايا الجسم وأغشيتها ومادتها الوراثية المتمثلة في الحامض النووي DNA ، مما يسبب إضعاف جهاز المناعة فيها والانقسام غير الطبيعي لها وحدوث السرطان وكثير من الأمراض الأخرى كتصلب جدر الشرايين وتلف الجهاز العصبي والتعجيل بحدوث الشيخوخة فيها،



ومن ثم تلفها وتدميرها. ومن أخطر الشوارد الحرة على الجسم ذرات الأكسجين حين تفقد أحد إلكتروناتها.

### مضادات الأكسدة

مضادات الأكسدة Antioxidants هي كيماويات موجودة في بعض الإنزيمات التي يكونها الجسم مثل الجلوتاثيون Glutathione والبكاتليز Catalase والسوبر أوكسيد ديسميوتيز Super Oxide Dismutase وكثير من الأغذية التي تتمثل في فيتامينات مثل البيتاكاروتين (فيتامين A) وحامض الأسكوربيك (فيتامين C) والتوكوفيرول (فيتامين E) وبعض الأحماض الأمينية والمعادن. وكلها تقى الجسم من إيذاء الشوارد الحرة للأنسجة السليمة، وذلك بارتباطها بها من خلال منحها الإلكترون التي تبحث عنه، فتوقف تأثيرها الخطير بمعادلة ما تحدثه من خلل في خلايا الجسم خاصة مادتها الوراثية المتمثلة في الحامض النووي DNA. وباختصار فإن مضادات الأكسدة هي بمثابة نظام دفاعي ضد الأكسدة التي تسببها ذرات الأكسجين الشاردة لحماية الخلايا من أضرارها.

وتتكون مضادات الأكسدة من بعض الإنزيمات التي يصنعها الجسم بالإضافة إلى بعض المواد التي يتناولها الإنسان ضمن غذائه. وتعمل عناصر مضادات الأكسدة جميعها معا أو بشكل منفرد ضد الشوارد الحرة.

### التفجيرات غير النووية

التفجيرات غير النووية Non-nuclear Explosions هي

تفاعلات كيميائية سريعة جدا ينجم عنها تكون كميات هائلة من الغاز تتمدد فيما حولها بتأثير الحرارة محدثة الانفجار. وهي لا تؤثر على نواة الذرة. وكل ما يحدث فيها هو تغير إلكترونات مداراتها الخارجية فقط.

### التفجيرات النووية

التفجيرات النووية Nuclear Explosions هي انفجارات تتعلق بأنوية الذرات. ومنها ما ينجم عن الانقسام أو الانشطار في أنوية الذرات Nuclear Fission كما في القنبلة النووية (الذرية) Nuclear or Atomic Bomb ومنها ما ينجم عن الاندماج بين أنوية الذرات Nuclear Fusion كما في القنبلة الهيدروجينية Hydrogen Bomb. وكلاهما يتولد عنه طاقة هائلة.

### الاندماج النووي

الاندماج النووي Nuclear Fusion هو اندماج يحدث بين أنوية الذرات Nuclear Fusion ينجم عنه طاقة هائلة كما في القنبلة الهيدروجينية Hydrogen Bomb.

### الانشطار النووي

الانشطار النووي Nuclear Fission هو انشطار يحدث في أنوية الذرات Nuclear Fission ينجم عنه طاقة هائلة كما في القنبلة النووية (الذرية) Nuclear or Atomic Bomb.

### الفولت

الفولت Volt ويرمز له بالحرف V هو الوحدة التي تقاس بها القوة

الكهربائية أو فرق الجهد. وقد سمي بذلك نسبة إلى العالم الفيزيائي الإيطالي ألكسندر فولتا، مخترع البطارية الكهربائية.

### الوات

الوات Watt ويرمز له بالحرف W هو الوحدة التي تقاس بها القدرة الكهربائية، وهي كمية الطاقة بالجول لكل ثانية. وقد سمي بذلك نسبة إلى المهندس الاسكتلندي جيمس وات.

### الأمبير

الأمبير Ampere ويرمز له بالحرف A هو الوحدة التي يقاس بها التيار الكهربائي. وقد سمي بذلك نسبة إلى العالم الفيزيائي الفرنسي أندريه ماري أمبير.

### الإلكترون فولت

الإلكترون فولت ويرمز له بالحرفين eV هو الوحدة التي تقاس بها الطاقة. وهي كمية الطاقة التي يكتسبها إلكترون وحيد غير مرتبط عند تسريعه بواسطة جهد كهربائي ساكن قيمته ١ فولت في الفراغ. وطبقا لهذا التعريف فالإلكترون فولت هو حاصل ضرب ١ فولت في شحنة الإلكترون التي تقدر بـ (كولوم  $e = 1.602 \times 10^{-19}$ ).

### الكولوم

الكولوم Coulomb ويرمز له بالحرف C هو الوحدة التي تقاس بها كمية الشحنة الكهربائية التي يحملها تيار مقداره أمبير واحد في ثانية واحدة. وقد سمي بذلك نسبة إلى العالم الفيزيائي الفرنسي شارل أوجستان دي كولوم.

## الهرتز

الهرتز Hertz، ويرمز له بالرمز Hz هو الوحدة التي يقاس بها التردد Frequency. والتردد بالنسبة للموجات الكهرومغناطيسية هو عدد المرات في الثانية التي تتغير بها الطاقة في المجالين الكهربى والمغناطيسى المكونين لها، من أقصى قيمة لها حتى تعود إلى نفس القيمة. وتتراوح الطاقة الكهرومغناطيسية بين هذين المجالين بشكل متعاكس (زيادة ونقصانا)، أى عندما تزيد شدة أحدهما تنقص شدة الآخر. وكلما ازداد التردد ازدادت الطاقة.

## الريم

الريم REM هو الوحدة التي تقاس بها شدة الإشعاع الذرى أو النووى. والحد الأقصى لهذا الإشعاع الموجود فى الهواء والذي يجب ألا يتعرض الإنسان لحد أعلى منه هو ٥ ريم. وتتأثر صحة الإنسان بالتعرض للإشعاعات الذرية أو النووية عند الحد الأكثر من ذلك. إذ عند ١٠٠ ريم يعانى الإنسان من اضطراب الدورة الدموية ويتساقط شعره. وعند ٨٠٠ ريم يصاب بالسرطان.

## قياسات إلكترونية

الميجا Mega = ١٠<sup>٦</sup>

جيجا Giga = ١٠<sup>٩</sup>

التييرا Tera = ١٠<sup>١٢</sup>

الميكرون Micron = ١ / ١٠٠٠ من المليمتر

الأنجستروم Angstrom =  $10^{-10}$  / مليون من المليمتر

النانو Nano =  $10^{-9}$  / بليون

النانومتر Nanometer =  $10^{-9}$  / بليون من المتر

## الكاتب



الأستاذة الدكتور/  
كمال شرقاوي غزالي

- تخرج في كلية العلوم جامعة الإسكندرية عام ١٩٧٦ م.  
وعين معيدا فمدرسا مساعدا فمدرسا فأستاذا مساعدا  
فأستاذا فرئيسا لقسم العلوم البيولوجية بكلية التربية  
جامعة الإسكندرية.
- عضو أكاديمية العلوم الأمريكية بنيويورك  
The New York Academy of Sciences.
- له عدة مؤلفات علمية مرجعية في مجال التخصص  
العلمي.
- له عدة مؤلفات في مجال الثقافة العلمية للكبار  
وتبسيط العلوم للصغار.
- له عدة مؤلفات أدبية في مجال القصة والرواية، ونال  
وجائزة نادى القصة بالقاهرة عام ١٩٩٨ م  
وبالإسكندرية عام ١٩٨١ م.





## صدر من هذه السلسلة

- ١- ما التكنولوجيا الحيوية؟ د. حسن الشرقاوي.
- ٢- صنع الله. د. كمال شرقاوي.
- ٣- الأرصاد الجوية. د. محمد أحمد سعيد.
- ٤- حفل توقيع في مدينة الخالدين د. محمد عبد الحميد رجب.
- ٥- إزرع أرضك سمكاً أ.د. عبده السائيس.
- ٦- قضايا علمية مصطفى محمود.
- تشغل العالم
- ٧- حيوانات المختبر شكراً أ.د. محمود الأزهرى.
- ٨- علوم الزراعة عبد المنعم عبد العظيم
- ٩- للعرب خيالهم العلمى شوقي بدر يوسف
- ١٠- محمياتنا الطبيعية دكتور مصطفى فوده
- ١١- نظرات فى التنوع الحيوى النباتى الدكتور وفاء طايح .



## المحتوى

5	* مقدمة.....
11	* ما التلوث؟.....
23	* التلوث الإلكتروني.....
51	* الشواذر الحرة.....
57	* الأشعة النووية أو الزرية.....
81	* الحلول المقترحة لتجنب التلوث الإلكتروني..
87	* ملحق مصطلحات إلكترونية.....
107	* المؤلف.....
109	* صدر من هذه السلسلة.....

رقم الإيداع: ٢٠١٣ / ١٧٦٢١  
الترقيم الدولي: 978-977-718-506-6





## هذا الكتاب

تضخمت ظاهرة التلوث حتى فقدت الأنظمة البيئية قدرتها على استيعابها، فصارت مصدر تهديد لصحة البشر وسائر الكائنات الحية على سطح الكوكب. وتتعدد صور التلوث ومصادره، ويتوقف هذا الكتاب عند صورة تستمد جانبا من خطورتها الفائقة من كونها خفية.

ذلكم هو التلوث الإلكتروني .

ويهتم الكتاب بتوضيح معالم هذه الصورة غير الظاهرة من التلوث، كما يعرض لبعض أساليب تلافي تأثيرها؛ لعل القارئ يجد فيه دليلا يقوده لاتقاء شر التلوث الإلكتروني .. الخفي.



[www.gocp.gov.eg](http://www.gocp.gov.eg)

التمن: جنيهان

تصميم الغلاف: فكري يونس

38  
Bibliotheca Alexandrina  
مكتبة الإسكندرية



1237453